6000446400

G. 10. 20. 1.

E. BIBL. RADCL.

1982 e. 2/12.

Digitized by Google

Digitized by Google

6000446400

G. 10. 2. 1.

E. BIBL. RADCL.

1982 e. 2/12.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Johann Samuel Traugott Gehler's

Physikalisches

Wörterbuch

neu bearbeitet

von

Brandes. Gmelin. Littrow. Muncke. Pfaff.

Sechster Band.

Dritte Abtheilung.

Me —— My.

Mit Kupfertafeln XXVII bis XLIII.

Leipzig,
bei E. B. Schwickert.
1837.

Digitized by Google

Digitized by Google

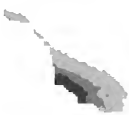
Physikalisches Wörterbuch

VI. Band.

Dritte Abtheilung.

Me —— My.

Digitized by Google



Digitized by Google

Mechanik.

Mechanica, Mécanique; *Mechanics.*

Die Lehre von dem Gleichgewichte und der Bewegung der Körper. Die erste Abtheilung dieser Wissenschaft oder die Lehre vom Gleichgewichte, wird *Statik*, die zweite aber oder die Theorie der Bewegung, wird *Dynamik* genannt. Ausserdem unterscheidet man diese Zweige in Beziehung der ihnen zum Grunde liegenden Körper. Für feste Körper jeder Art werden die zwei erwähnten Benennungen, ohne weiteren Zusatz, beibehalten; für tropfbar flüssige Körper wird die Lehre ihres Gleichgewichts *Hydrostatik* und die ihrer Bewegung *Hydrodynamik* genannt, für luftförmige aber oder expansibele bedient man sich der Ausdrücke: *Aërostatik* und *Aerodynamik*, oder *Pneumatik*, und für beide *Aërometrie*. Eine eigene Abtheilung der Mechanik bildet endlich die Lehre von den verschiedenen Instrumenten, die man zur Erzeugung von Bewegungen für verschiedene Zwecke aufgestellt hat, die *Maschinenlehre*.

Nur diese letzte Abtheilung der allgemeinen Mechanik scheinen die Alten bereits näher gekannt und selbst, auf praktischem Wege wenigstens, beträchtlich ausgebildet zu haben; die übrigen Theile aber, die eigentliche Theorie der Wissenschaft, besonders die der Dynamik, ist ihnen gröfstentheils fremd geblieben, und diese gehört daher den neuern Zeiten an. Dafs die Alten, auch ohne diese Theorie, schon sehr sinn- und kunstreiche Instrumente ausgeführt haben, ist uns aus ihren Schriften, vorzüglich aus Vitruv's zehntem Buche bekannt, wo eine grofse Anzahl sehr zusammengesetzter Maschinen aufgezählt wird, die zu des Verfassers Zeiten und wahrscheinlich auch schon lange vorher allgemein bekannt waren. Die grofsen Steinmassen und Säulen, welche die Architecten des berühmten Tempels der Diana zu Ephesus, Chr-

SIPHON und METAGENES, aus sehr entfernten Steinbrüche holen liefsen; die noch gröfsern Lasten, welche die alten Ae gyptier zur Errichtung ihrer Pyramiden auf so bedeutende Hö hen zu bringen wufsten; die colossalen Gebäude der Röme ihre Porticus, Bäder und Wasserleitungen, deren weitgespannt Bogen über Flüsse und Thäler wegsetzten, diese und so viel andere Denkmäler des Alterthums sind uns hinlängliche Zeu gen, dafs die eigentliche Instrumental-Mechanik schon in frü hen Zeiten zu einer grofsen Vollkommenheit gebracht sey mufste, der eigentlichen Maschinen, deren sie sich zu jene Zwecken bedienten, hier nicht zu erwähnen, wie z. B. ihr für Belagerungen bestimmten Katapulten, Skorpionen, Ball sten u. dgl.

Aber so weit sie auch in diesem Zweige der Wissen schaft, der mehr der *praktischen Mechanik* angehört, vorge schritten seyn mochten, in der *Theorie* derselben blieben s weit hinter denjenigen Leistungen zurück, durch welche s sich in dem Gebiete der mathematischen Speculationen, wel che auch die Basis der theoretischen Mechanik bilden, durc ihren oft bewunderungswürdigen Scharfsinn ausgezeichnet ha ben. Die Philosophen der Griechen, zu welchen man, i weitesten Sinne des Wortes, auch ihre Mathematiker rechne darf, hatten selbst in ihrer schönsten Periode, zur Zeit d PLATO und ARISTOTELES, von der gesammten Mechanik, a Wissenschaft, nur sehr unvollkommene Begriffe. Erst hun dert und funfzig Jahre nach jener Epoche (250 vor Chr. G erschien ARCHIMEDES, der erste Geometer seiner und vie leicht aller Zeiten, und lehrte uns den Grund des Gleichg wichts am Hebel kennen, wodurch er zugleich die Basis d neuen Wissenschaft, der *Statik*, aufstellte. Er zeigte, da der Hebel im Gleichgewichte sey, wenn die beiden Gewich desselben sich verkehrt, wie ihre Entfernung vom Ruhepunct verhalten. Aus diesem ersten Keime ist später die ganze Wi senschaft erwachsen, die wir jetzt unter dem Namen der St tik begreifen. Die zwei auf uns gekommenen Werke des Ar CHIMEDES über diesen Gegenstand führen die Aufschrift: *A Aequiponderantibus* und *de Planorum aequilibriis*, und s sind zugleich die einzigen, welche wir von den Alten üb die Mechanik überhaupt besitzen. Denn seine Nachfolger u ter den Griechen verdienen kaum den Namen seiner Co

Digitized by Google

mentatoren, und die Römer haben, wie überhaupt in der ganzen Mathematik, so auch in diesem Theile ihrer Anwendung, auch nicht einen ausgezeichneten Mann hervorgebracht.

Archimedes begnügte sich aber nicht, blofs den Grund zu der neuen Wissenschaft gelegt zu haben; er suchte sie vielmehr in manchen ihrer Theile weiter auszubilden. Das Princip des durch zwei Kräfte bewegten Hebels führte ihn auch auf die Theorie des Gleichgewichts mehrerer Kräfte unter einander, auf das eines Systems mehrerer körperlichen Puncte, auf das eines gröfsern Körpers von gegebener Gestalt, und dadurch unmittelbar auch auf die Lehre vom *Schwerpuncte* der Linien, Flächen und Körper. Seine Untersuchungen vom Schwerpuncte des Dreiecks, des Trapez und der Parabel gehören zu den schönsten dieser Art, die uns aus den älteren Zeiten aufbewahrt worden sind. Ebenso verdankt man ihm die erste Theorie des Flaschenzugs, der Schraube, der schiefen Ebene u. f.

Die Neueren haben dieses Princip des Gleichgewichts am Hebel bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts als die Grundlage der Statik beibehalten, obschon sie an dem Beweise desselben mancherlei zu ändern suchten. Stevin und Galilei, beide im 17. Jahrhundert, suchten den archimedischen Beweis einfacher zu machen; Huygens wollte eine wesentliche Lücke in jenem Beweise ausfüllen[1] und selbst Lagrange[2] hatte noch einige Verbesserungen nachzutragen. Aber, abgesehn von diesem Beweise des Princips der Statik, das, als solches, vielleicht keines eigentlichen Beweises bedarf, erbaute man darauf, als auf einem sicheren Grunde, das Gebäude der Wissenschaft selbst, wie denn auch in der That dieses Princip hinreicht, alle Probleme der Statik aufzulösen. Doch wurde dieses Gebäude nicht eben methodisch errichtet, sondern nur nach und nach in einzelnen Parthien ausgeführt, die man dann erst später in ein systematisches Ganze zu ordnen suchte, ein Verfahren, das wohl in allen Wissenschaften, ihrer Natur und der des menschlichen Geistes gemäfs, befolgt werden mufste. Es wird nicht unangemessen seyn, dieses allmälige Fortschrei-

1 Mém. de l'Acad. de Paris 1693.

2 Mécanique analytique. Par. 1811. p. 4. Vergl. Art. *Hebel* Bd. V. S. 160.

Digitized by Google

ten der Ausbildung dieser Wissenschaft hier kurz verzeichn zu finden, um einen neuen Beweis der alten Wahrheit zu e halten, dafs die Kenntnisse, deren wir uns jetzt rühmen kö nen, sich nur sehr langsam und auf eine Weise entwicke haben, auf die wir nicht eben sehr stolz zu seyn Ursach haben.

I. Kurze Geschichte der Statik.

Eines der ersten Probleme, welches die Geometer nac dem Wiederaufleben der Wissenschaften in Europa beschäftigte war das von der *schiefen Ebene*. Stevin aus Brügge († 1633) ha die erste Auflösung dieses Problems gegeben, aber sie ist au indirecte und von der Theorie des Hebels unabhängige Betrach tungen gegründet. Er wurde dadurch auf die Bedingung de Gleichgewichts zwischen drei auf einen einzigen Punct gerich teten Kräften geführt, eine Entdeckung von dem gröfsten Ge wichte für die Wissenschaft, da sie unmittelbar das bekannt Parallelogramm der Kräfte in sich schloss. Allein Stevin erkannte die Wahrheit seines Satzes nur für den specielle Fall, wo die Richtungen von zweien dieser drei Kräfte auf ein ander senkrecht stehen, und er bemerkte überhaupt nicht die Wichtigkeit und grofse Fruchtbarkeit dieses Satzes, der erst späterhin sich zu der Würde eines neuen Princips der Wissen schaft erhoben hat.

Der berühmte Galilei († 1642) gründete seine im J. 1592 erschienene „Statik" auf das neue Princip, dafs die selbe Kraft erfordert wird, einen Körper auf eine gewisse Höhe zu bringen, als einen n mal so schweren Körper auf den nten Theil jener Höhe zu erheben. Daraus folgte so fort, dafs bei je zwei im Gleichgewichte stehenden Körpern die darauf wirkenden Kräfte sich wie verkehrt die Räume ver halten müssen, die sie in gleichen Zeiten zu durchlaufen sich bestreben. So ist z. B. bei der Schraube, wo die Last um die Höhe eines Schraubenganges steigt, während die Kraft in horizontaler Richtung die ganze Peripherie des Kreises durch läuft, die Last zur Kraft, wie diese Peripherie zur Höhe je nes Schraubenganges.

1 Oeuvres mathem. 1605. Lat. von W. Snell 1608. und die Aus gabe von A. Girard. Leid. 1634. IV. T. fol.

Digitized by Google

Wenige Jahre vor seinem Tode kam Galilei wieder auf diesen Gegenstand zurück, und leitete den Beweis für die schiefe Ebene aus dem für den Hebel ab, wodurch er die Abhängigkeit beider Probleme von einander zeigte. Er glaubte damit der Wissenschaft einen wesentlichen Dienst erwiesen zu haben, indem er Einheit in sie brachte. Allein er bemerkte nicht, dafs sein bereits erwähntes Princip des Verhältnisses der Kräfte zu den durchlaufenen Räumen viel allgemeiner sey, als jedes der beiden vorhergehenden. Dieses Princip, welches später unter der Benennung des Princips der virtuellen Geschwindigkeiten bekannt geworden ist, wurde selbst schon ein Jahrhundert früher, von Guido Ubaldi[1] deutlich ausgesprochen, aber Ubaldi schien die Fruchtbarkeit und Wichtigkeit seiner Erfindung nicht zu ahnen, indem er dieselbe nur in dem Gleichgewichte des Hebels und des Flaschenzugs erkannte, aber auf keine derjenigen Maschinen anzuwenden suchte, die in jenen Zeiten den eigentlichen Gegenstand der Statik bildeten, als die Schraube, der Keil, die schiefe Fläche u. s. w. Galilei zeigte allerdings die Anwendung seines Princips auf die letztgenannten Maschinen, und er betrachtete dasselbe sogar ausdrücklich als ein allgemeines Gesetz der Statik, wie man in seiner „Mechanik“ und in dem dritten seiner „*Dialogen*“[2] sieht. Später benutzte Descartes[3] dasselbe von Ubaldi oder von Galilei aufgestellte Princip, um daraus das Gleichgewicht aller damals bekannten einfachen Maschinen zu erklären, aber ohne dabei seiner Vorgänger zu erwähnen, wie er es auch mit dem von Snellius entdeckten Refractionsgesetze gemacht zu haben scheint. Aber auch er scheint die Allgemeinheit dieses Princips keineswegs nach dem ganzen Werthe desselben anerkannt zu haben. Uebrigens mufs bemerkt werden, dafs die Auflösung des Problems von der schiefen Ebene durch Galilei nur für den Fall gegeben worden ist, wo die Richtung der die Last zurückhaltenden Kraft mit der schiefen Ebene selbst parallel ist; die allgemeine Auflösung, wenn diese Richtung eine willkürliche ist, wurde erst später von Roberval in einer Schrift gegeben, die im J.

1 *Mecanicorum* Liber. Pesaro 1577.
2 Ausgabe von 1655. Bologna.
3 Explication des machines et engines.

1636 in Mersenne's Harmonie universelle abgedruckt worden ist. Seit Roberval's Zeiten, der im J. 1675 starb, wurde bis zur Entdeckung des Parallelogramms der Kräfte, nicht Wesentliches für die Erweiterung der Statik geleistet.

Es wurde bereits oben gesagt, dafs schon Stevin diese Entdeckung sehr nahe gekommen war, dafs er aber die Wichtigkeit derselben nicht erkannte. Dasselbe läfst sich auch von Galilei sagen, der bei seiner Erklärung der Bahn, welche schief geworfene Körper im freien Raume beschreiben, wozu er sich bereits der Zerlegung der Kräfte bediente, aber ohne die Anwendbarkeit dieses Princips auf andere ähnliche Untersuchungen auch nur anzudeuten. Varignon[1] († 1722) scheint der erste gewesen zu seyn, der dieses Princip zur Grundlage seiner Mechanik gemacht hat.

Der Beifall, den diese Schrift erhielt, bewog ihn, die Anwendung seines Princips und die grofse Fruchtbarkeit desselben in einem gröfsern Werke zu zeigen, an welchem er mehr als dreifsig Jahre eifrig gearbeitet hat. Dieses Werk[2] erschien drei Jahre nach seinem Tode. Er legte diesem weitläuftigen und durch die Menge seiner oft kleinlichen Bemerkungen nur mühsam zu lesenden Werke noch eine kleinere Schrift als Anhang bei, in welcher er über das *Princip der virtuellen Geschwindigkeiten*, das ihm durch Joh. Bernoulli bekannt geworden war, sich unständlich genug zu verbreiten suchte, aber, wie es scheint, ohne den grofsen Werth desselben gehörig zu schätzen. Dieser Grundsatz der Zerlegung der Kräfte besteht bekanntlich darin, dafs, wenn zwei Kräfte auf einen Punct so wirken, dafs der Punct blofs vermöge der einen Kraft die eine, und vermöge der andern Kraft die andere Seite eines Parallelogramms durchlaufen würde, diesen beiden Kräften eine dritte substituirt werden kann, vermöge welcher der Punct die Diagonale dieses Parallelogramms in derselben Zeit zurücklegt und umgekehrt. Es war leicht, das was hier von einem Parallelogramm gesagt wurde, auch auf ein Parallelopipedum fortzuführen und so jede gegebene Kraft auf drei andere zu bringen und umgekehrt.

---

1 Projet d'une nouvelle mécanique. Par. 1687.
2 Nouvelle Mécanique. Par. 1725.

Digitized by Google

Dieser äufserst wichtige Satz war nicht nur, wie bereits erwähnt, dem STEVIN und GALILEI bekannt, sondern selbst die alten Griechen haben ihn gekannt, und bei besondern Gelegenheiten angewendet. Die sogenannten *Quaestiones mechanicae* des ARISTOTELES sind zwar im Allgemeinen von sehr geringem Werthe, wie er denn z. B. die Erscheinungen des Hebels aus den wunderbaren Eigenschaften des Kreises ableiten will, aber dessen ungeachtet wird von ihm das Gesetz der Zerlegung der Kräfte, sowie das von den virtuellen Geschwindigkeiten bereits angegeben, ohne jedoch, wie es scheint, die Wichtigkeit desselben einzusehen. Auch bedienten sich die Geometer desselben Gesetzes zur Beschreibung der krummen Linien, wie ARCHIMEDES für die Spiralen, NICOMEDES für die Muschellinie u. s. w. Auch unter den Neueren hat der bereits erwähnte ROBERVAL, einer der ersten Begründer der Differentialrechnung, seine Methode, Tangenten an krumme Linien zu ziehen, ganz auf dieses Gesetz gebaut. GALILEI aber hat es in seinen berühmten Dialogen zuerst auf die Mechanik angewendet, um dadurch die Bahn der schief gegen den Horizont geworfenen Körper zu bestimmen, sowie endlich VARIGNON es zuerst in die Wissenschaft, als Basis derselben, eingeführt hat.

Die Einfachheit dieses Princips und die Leichtigkeit seiner Anwendung auf alle Probleme des Gleichgewichts verschaffte demselben bald einen allgemeinen Eingang. In der That sind auch alle Abhandlungen, die seit VARIGNON's Schrift erschienen, auf dieses Princip gebauet, die Mechanik des LAGRANGE allein ausgenommen, die übrigens auch beinahe auf jeder Seite davon Gebrauch macht. Man hat es seitdem auf verschiedene Weise zu beweisen gesucht. NEWTON absolvirt die Sache mit wenig Worten in der Einleitung zu seinen Principien, und vielleicht mit Recht, da ein Princip, als solches, keines eigentlichen Beweises bedarf. Allein andere waren der Ansicht, dafs der durch dieses Princip aufgestellte Satz nicht schon an und für sich einleuchte, und daher eines Beweises nicht entbehren könne. DANIEL BERNOULLI gab zuerst einen solchen und zwar einen sehr sinnreichen, aber auch langen und zusammengesetzten[1]. Ihn suchte nachher D'ALEMBERT in

1 Commentarii Soc. Petrop. T. I.

dem ersten Theile seiner Opuscules zu vereinfachen. Dies Darstellung hat man später durch die Sprache der mathematischen Analysis mannigfaltig auszudrücken gesucht[1].

Erst in den neuern Zeiten hat man die Bemerkung gemacht, dafs das Princip der *virtuellen Geschwindigkeiten* das übrigens, wie bereits gesagt, schon längst bekannt war nicht nur jene beiden, das vom Hebel und von der Zerlegung der Kräfte in sich begreife, sondern dafs es zugleich von einer Einfachheit der Anwendung und von einer Allgemeinheit der Darstellung sey, deren sich wohl kein anderes zu rühmen im Stande seyn wird. Die Einführung dieses Princips in die Wissenschaft und, was noch mehr ist, die Errichtung des ganzen wissenschaftlichen Gebäudes auf dieser Basis verdanken wir dem berühmten Geometer Lagrange, der dadurch der Mechanik nicht nur eine neue, sondern auch zugleich die letzte Gestalt gegeben hat, da es unmöglich scheint, sie noch allgemeiner und einfacher zugleich zu behandeln. Durch ihn ist die ganze Mechanik im Grunde auf eine einzige Formel zurückgeführt worden, deren blofse Entwickelung, die nur Sache der reinen Analysis ist, die Auflösung aller Probleme erhält, die man in der Mechanik aufstellen kann[2].

Man nennt virtuelle Geschwindigkeit eines Körpers den Weg, welchen ein im Gleichgewichte befindlicher Körper vermöge einer auf ihn wirkenden Kraft, im ersten Augenblicke, wo dieses Gleichgewicht aufgehoben wird, nach der Richtung dieser Kraft, beschreiben würde. Das erwähnte Princip der virtuellen Geschwindigkeit aber besteht darin, dafs, wenn mehrere Kräfte auf ein wie immer verbundenes System von Körpern wirken, in diesem Systeme Gleichgewicht bestehn wird, wenn die Summe der Producte jeder Kraft in seine virtuelle Geschwindigkeit gleich Null ist. Um dieses bildlich darzustellen, seyen OX, OY und OZ drei unter sich senkrechte, Fig. 245. fixe Gerade, auf welche wir, als auf Coordinatenaxen, alle übrige Puncte des Raumes auf die den Geometern gewöhnliche Weise beziehen wollen. Man denke sich mehrere körper-

1 S. Melanges de la Société de Turin. T. II. Mém. de la Soc. de Par. 1769. Vergl. Poisson Traité de Mécanique u. a.

2 Mécanique analytique par J. L. Lagrange Nouv. edit. Par. 1811.

Digitized by Google

liche Puncte m, m′, m″.. im Raume zerstreut, die auf irgend eine Art, durch Fäden, Stangen u. dgl., mit einander verbunden sind, und deren System, wenn die Entfernungen dieser Puncte unendlich klein angenommen werden, auch irgend einen Körper von gegebener Gestalt vorstellen kann. Auf den ersten dieser Puncte m wirke die Kraft P nach der Richtung mA; auf den zweiten Punct m′ die Kraft P′ nach m′A′; auf den dritten Punct m″ die Kraft P″ nach der Richtung m″ A″ u. s. w.

Wenn nun, vermöge der Wirkung aller dieser Kräfte P, P′, P″ auf das System das Gleichgewicht, in welchem dieses System vor der Wirkung dieser Kräfte gestanden hat, gestört wird, so werden durch diese Störung, die Puncte m, m′ m″... des Systems sich, jeder auf seine Weise, zu bewegen anfangen. Nehmen wir an, der erste Punct m bewege sich in dem ersten Augenblicke nach jener Störung durch den kleinen Weg mn, der zweite m′ durch den Weg m′n′, der dritte m″ durch den Weg m″n″ u. s. w., fället man dann von den Endpuncten n, n′, n″.. dieser Wege, in den Ebenen der Linien mA, mn und m′A′, m′n′ und m″A″, m″n″.. die senkrechten Linien na, n′a′, n″a″.. auf die Richtungen mA, m′A′, m″A″.... jener Kräfte, so sind die unendlich kleinen Linien

$$ma = dp,\quad m'a' = dp',\quad m''a'' = dp''..$$

die Projectionen jener Wege mn, m′n′, m″n″..... auf die Richtungen der Kräfte oder ma, m′a′, m″a″.... sind jene Wege selbst, aber nach den Richtungen dieser Kräfte zerlegt, d. h. nach den oben gegebenen Erklärungen die Gröfsen ma, m′a′, m″a″.. oder die Gröfsen dp, d′p′, d″p″.... sind die *virtuellen Geschwindigkeiten* der Puncte m, m′, m″.... Soll daher, nach dem erwähnten Princip der virtuellen Geschwindigkeiten, das Gleichgewicht dieses Systems durch die Einwirkung der Kräfte P, P′, P″.... nicht gestört werden, oder, dieser Wirkung ungeachtet, auch noch ferner bestehen, so mufs der Bedingungsgleichung genug geschehn:

$$Pdp + P'dp' + P''dp'' + \ldots = 0 \ldots (A)$$

und dieser Ausdruck enthält im Grunde die Auflösung aller statischen Probleme.

Man sieht aus dieser kurzen Darstellung die Einfachheit und zugleich die Allgemeinheit des Verfahrens. Eine weitere Auseinandersetzung desselben findet man in der bereits oben

Digitized by Google

erwähnten Méc. anal. von Lagrange, in einem Werke, da vielleicht das erste und vorzüglichste ist, welches das ver flossene Jahrhundert (denn nach der ersten Auflage von d. 1788 gehört es noch in dasselbe) hervorgebracht hat, und da wahrscheinlich erst unsere Nachfolger vollkommen verstehn und nach seinem ganzen Werthe würdigen werden.

Man hat seit dem Anfange des 18. Jahrhunderts auch wohl noch manches andere Princip der Statik aufgestellt. Sc hat schon Torricelli, der Schüler Galilei's, die Statik au dem Grundsatze abzuleiten gesucht, dafs zwei unter einan der verbundene Gewichte im Gleichgewichte sind, wenn ihr Schwerpuncte sich weder auf- noch abwärts bewegen kön nen, woraus sich allerdings die Theorie aller einfachen, und somit auch aller aus ihnen zusammengesetzten Maschinen ab leiten läfst. Maupertuis hat[1] das sogenannte *Gesetz der Ruhe* als Princip der Statik aufgestellt. Dieses Gesetz, das später von L. Euler[2] weiter entwickelt wurde, ist aber aus dem Principe der virtuellen Geschwindigkeiten entstanden, mit dem es im Grunde identisch ist. Dasselbe ist der Fall mit dem von Courtivron[3] gegebenen Princip. Lagrange selbst hat früher das sogenannte *Princip der kleinsten Wirkung* als Basis der Mechanik angenommen, aber auch daraus sofort dieselben Ausdrücke abgeleitet, die eben unmittelbar aus dem Principe der virtuellen Geschwindigkeiten gefunden worden sind.

Immer aber bleibt, wie schon oben erwähnt, dem Johann Bernoulli das Verdienst, den Nutzen und die Allgemeinheit dieses Princips der virtuellen Geschwindigkeiten zuerst anerkannt, und dem Lagrange das vielleicht noch gröfsere, es auf eine so vorzügliche Weise angewendet, und durch alle Theile der Wissenschaft durchgeführt zu haben. Fortan mufs jedes gute Werk über Mechanik den Weg gehn, der ihm von der Mécanique analytique vorgezeichnet worden ist.

Ehe wir diese allgemeinen Betrachtungen über die Entstehung und allmälige Ausbildung der Statik fester Körper verlassen, wird es angemessen seyn, auch noch einige Worte

1 Mém. de Par. 1740.
2 Mém. de la Soc. de Berlin. 1751.
3 Mém. de Paris. 1748. u. 1749.

Digitized by Google

über die Hydrostatik hinzuzufügen, die einen wesentlichen Theil der allgemeinen Statik ausmacht.

Auch hier verdanken wir dem grofsen ARCHIMEDES die ersten Grundlagen dieser Wissenschaft. Sein Werk: *de insidentibus humido* oder, wie TARTALEA in seiner verbesserten Ausgabe es nennt, *de iis, quae vehuntur in aqua*, ist eines der schätzbarsten Reste, die wir von dem Alterthume ererbt haben. Er setzt darin voraus, dafs diejenigen Theile einer Flüssigkeit, die einem geringern Drucke ausgesetzt sind, von den stärker gedrückten bewegt, oder aus ihrer Stelle getrieben werden; dafs jeder Theil durch das ganze Gewicht der senkrecht über ihm stehenden Säule der Flüssigkeit gedrückt werde, und dafs endlich jeder aufwärts gedrückte Theil immer nach der Richtung der senkrechten, durch den Schwerpunct dieses Theiles gehenden Linie gedrückt werde. Aus diesen Prämissen zieht er den Schluss, dafs die Oberfläche einer jeden gegen die Erde schweren Flüssigkeit, im Zustande des Gleichgewichts, die Gestalt einer Kugel haben müsse; dafs ein Körper, dessen Gewicht dem eines ebenso grofsen Volumens Wasser gleich ist, ganz in das Wasser versenkt, in jedem Puncte unter der Oberfläche desselben in Ruhe verbleiben werde; dafs im Gegentheile leichtere Körper nur so tief eintauchen, bis der eingetauchte Theil des Körpers ein Volumen des Wassers von gleichem Gewichte mit dem ganzen Körper einnimmt. Er bestimmt dann die Gesetze des Gleichgewichts der auf dem Wasser oder auf jeder Flüssigkeit schwimmenden Körper, und findet, dafs ein Kugelabschnitt eines Körpers, dessen specifisches Gewicht kleiner als das des Wassers ist, sich zu seinem Gleichgewichte immer so stellen wird, dafs die Basis dieses Abschnitts horizontal zu liegen kommt. Er untersucht dann die Gesetze des Gleichgewichts solcher schwimmenden Körper, die durch Umdrehung der Kegelschnitte um geradlinige Axen entstehen und bestimmt diejenigen Fälle, wo diese Konoide auch in einer schiefen Lage im Gleichgewichte schwimmen können, wo sie blofs in einer senkrechten Stellung schwimmen und wo sie endlich in der Flüssigkeit umstürzen und eine andere Lage annehmen müssen. Alle diese Untersuchungen sind mit seltenem Scharfsinne durchgeführt, und die Neueren, so viel vorzüglicher auch ihre Mittel seyn mögen, haben bisher nur wenig Wesentliches

Digitized by Google

zu den von Archimedes aufgestellten Resultaten hinzufüge[n] können.

Seit Archimedes bis zu Stevin's Zeiten oder bis gege[n] den Anfang des 17. Jahrhunderts, erhielt die Hydrostatik kein[e] weitere Bereicherung. Dieser aber entdeckte das bekannt[e] hydrostatische Paradoxon, dafs eine Flüssigkeit einen viel grö-fseren Druck, als ihr eigenes Gewicht beträgt, auf den Bode[n] des Gefäfses ausüben kann, in welchem sie eingeschlossen ist.

Dieses führte ihn auf die Bestimmung des Drucks, den das Wasser gegen die verticalen oder schiefen Wände des Gefäfses äufsert, dafs nämlich der Druck auf eine schiefe Wandebene gleich ist dem Gewichte einer Wassersäule, deren Basis diese Wandebene und deren Höhe gleich der halben Höhe des Gefäfses ist. Indem er darauf seine Untersuchungen auch auf Gefäfse mit krummen Seitenflächen ausdehnte, fand er, dafs der Druck einer jeden schweren Flüssigkeit auf eine krumme Seitenfläche zu seinem Mafse das Gewicht einer Säule dieser Flüssigkeit hat, deren Basis die gedruckte Fläche, und deren Höhe die verticale Distanz des Schwerpunctes dieser Fläche von der Oberfläche der Flüssigkeit ist[1].

Diese Grundsätze sind offenbar von denjenigen, die oben für die Statik der festen Körper aufgestellt wurden, ganz unabhängig. Sie sind zum Theil auf blofse Erfahrungen gebaut, die man mit den Flüssigkeiten angestellt hat. Die meisten der nachfolgenden Schriftsteller haben dieses Verfahren beibehalten, und so hat sich, bis auf unsere Tage, die Hydrostatik als eine von der Statik selbst gänzlich verschiedene und unabhängige Wissenschaft auszubilden gesucht.

Dessen ungeachtet mufste es immer wünschenswerth bleiben, diese beiden Doctrinen näher mit einander zu verbinden, und sie aus einem und demselben Princip abzuleiten. Die Natur des Gegenstandes selbst zeigte die Möglichkeit und Ausführbarkeit der Unternehmung. Offenbar läfst sich aber von allen den Principien, die wir oben für die Statik der festen Körper angeführt haben, blofs das der virtuellen Geschwindigkeiten auf die Flüssigkeiten anwenden, da der Hebel, die schiefe Ebene, die Zerlegung der Kräfte u. s. w. den Untersuchungen

1 Hypomnemata Mathematica übers. von Wil. Snellius. Leid. 1608.

Digitized by Google

flüssiger Körper fremd bleiben müssen. Auch hat Galilei, dem wir gleichsam die erste genauere Kenntnifs des Princips der virtuellen Geschwindigkeit verdanken, dasselbe auch zugleich der erste auf die Hydrostatik anzuwenden gesucht. In seinen Discorsi zeigt er, dafs das Gleichgewicht einer in einem zweiarmigen Heber (*sipho*) eingeschlossenen Flüssigkeit dann statt hat, wenn die Flüssigkeit in beiden Armen gleich hoch steht, aus dem Grunde, weil dann die Momente der Flüssigkeit in beiden Heberarmen gleich grofs sind. Unter *Moment* versteht er aber das Product der Kraft in die nach der Richtung dieser Kraft zerlegte Geschwindigkeit, d. h. also, die virtuelle Geschwindigkeit. Dasselbe Princip wendet er auch auf das Gleichgewicht der in der Flüssigkeit schwimmenden festen Körper an. Denselben von Galilei zuerst betretenen Weg haben auch seine Nachfolger Descartes und Pascal eingeschlagen, und der letzte hat[1] sich dieses Princips der virtuellen Geschwindigkeiten bedient, um daraus die vorzüglichste Eigenschaft der flüssigen Körper abzuleiten, dafs nämlich jeder Druck, der an irgend einem Puncte der Oberfläche der Flüssigkeit angebracht wird, sich sofort gleichförmig über alle Puncte der Flüssigkeit erstrecke.

Allein diese Versuche waren noch zu unvollkommen, um die allgemeine Ueberzeugung zu erwecken, dafs das ganze Gebäude der Hydrostatik auf diesem Grunde mit Sicherheit errichtet werden könne. Auch wurde der eingeschlagene Weg nicht weiter verfolgt, selbst von denen nicht, die vorzugsweise die Kraft in sich fühlten, dieser Wissenschaft eine neue Gestalt zu geben, oder ihre Grenzen zu erweitern.

Das berühmte Problem von der Gestalt der Erde, dieselbe anfangs als flüssig vorausgesetzt, spielte zu Ende des 17. Jahrhunderts eine grofse Rolle. Dieses Problem bezog sich in letzter Instanz auf die theoretische Bestimmung der Gestalt einer im Gleichgewichte stehenden flüssigen Masse, die heterogen, oder in verschiedenen ihrer Theile von verschiedener Dichtigkeit ist, und deren Theile alle durch gegebene Kräfte affizirt werden.

Um diese Aufgabe aufzulösen, nahm Huygens als Princip des Gleichgewichts die Perpendicularität der Schwere auf

1 *Traité de l'équilibre des liqueurs.*

der Oberfläche der Flüssigkeit an. Newton im Gegentheil ging von der Gleichheit der Gewichte der Centralsäulen der Flüssigkeit aus. Allein Bouguer zeigte, dafs diese beiden Principien zuweilen auf ganz verschiedene Resultate führen und schlofs daraus, dafs man, um die wahre Gestalt einer flüssigen, heterogenen, im Gleichgewichte stehenden Masse zu finden, beide Principien vereinigen, von beiden zugleich ausgehen müsse; Clairaut aber lieferte den Beweis, dafs selbst dann, wenn beide Principien zu Hülfe genommen werden, die daraus folgende Gestalt der Flüssigkeit nicht in allen Fällen auch die geforderte Gestalt für das Gleichgewicht seyn müsse. Maclaurin suchte das von Newton aufgestellte Princip allgemeiner zu machen, indem er annahm, dafs in einer im Gleichgewicht stehenden flüssigen Masse jedes Element auf gleiche Weise von allen geradlinigen Wassersäulen comprimirt werden mufs, die sich an diesem Elemente, und auf der andern Seite an der Oberfläche des Wassers, oder der Flüssigkeit überhaupt, endigen. Clairaut zeigte, dafs man auch damit nicht zufrieden seyn könne und verallgemeinte das aufgestellte Princip dahin, dafs für den Zustand des Gleichgewichts einer flüssigen, heterogenen Masse die Wirkungen oder Kräfte aller Elemente dieser Masse, die in irgend einem sich an der Oberfläche endenden, oder auch in sich selbst wieder zurückkehrenden Canale eingeschlossen sind, sich gegenseitig aufheben müssen. Auf diesem letzten Wege gelang es auch dem Scharfsinne Clairaut's, die wahren Fundamentalgleichungen des Gleichgewichts einer solchen flüssigen Masse aufzustellen und dadurch der Hydrostatik eine neue, wahrhaft wissenschaftliche Gestalt zu geben.

Dieses Princip Clairaut's ist aber blofs eine natürliche Folge des erwähnten Princips eines nach allen Richtungen gleichen Drucks eines jeden Elements der Flüssigkeit, und man kann aus diesem ebenso gut und leichter noch, als aus jenem, die von Clairaut gegebenen Fundamentalgleichungen ableiten, wie zuerst Euler[1] gezeigt hat, und wie es seitdem in allen Schriften über Hydrostatik angenommen wird, so dafs also das *Princip der Gleichheit des Drucks nach allen Richtungen* bisher als das Grundgesetz der Theorie für das Gleich-

1 Mém. de Berlin 1755.

Digitized by Google

gewicht der Flüssigkeiten angenommen wird. Dieses Princip ist zugleich das einfachste und allgemeinste, welches uns die Erfahrung bei dem im Gleichgewichte stehenden Flüssigkeiten kennen gelehrt hat.

Lagrange war es aufbehalten, zu zeigen, dafs dieses Princip nicht unumgänglich nothwendig ist, und dafs man jene Fundamentalgleichungen aus der ganz einfachen Betrachtung der Natur der Flüssigkeit selbst und unmittelbar ableiten kann, indem man nämlich jede Flüssigkeit als eine Masse von sehr losen oder lockeren, von einander unabhängigen Elementen betrachtet, die nach allen Richtungen vollkommen beweglich sind und indem man auf dieselben das oben erwähnte Princip der virtuellen Geschwindigkeiten anwendet. Dadurch wird also die Statik der festen sowohl, als auch der flüssigen Körper aus einem und demselben Princip abgeleitet. Die so lange gewünschte und, wie es scheint, so schwer zu erreichende Gleichförmigkeit der Behandlung beider Theile der Wissenschaft ist hergestellt und fortan nichts weiter mehr, als die Ausbildung der einzelnen Partien derselben zu wünschen, die gröfstentheils Sache der mathematischen Analyse ist, und die eigentliche Wissenschaft der Statik, die nur in sich abgeschlossen ist, nicht unmittelbar angeht.

II. Kurze Geschichte der Dynamik.

Die *Theorie der Bewegung* der Körper, oder die *Dynamik*, ist eine ganz den Neueren angehörende Wissenschaft. Die Alten wufsten davon nichts, als das sehr einfache und leicht zu findende Gesetz der gleichförmigen, geradlinigen Bewegung, in welcher die zurückgelegten Räume sich wie die Producte aus den Zeiten in die Geschwindigkeiten verhalten. Sie blieb auch bis zum Anfange des 17. Jahrhunderts unbekannt, wo Galilei durch seine Entdeckung der Gesetze des freien Falls den ersten Grundstein zu dem Gebäude legte, dessen Gröfse und Schönheit wir jetzt mit Recht bewundern. Vor ihm hatte man die Körper nur im Zustande der Ruhe oder des Gleichgewichts betrachtet, und Niemand ist es eingefallen, die alltäglichen Erscheinungen, welche uns der Fall der Körper darbietet, einer nähern Untersuchung zu würdigen. Galilei hat als der erste diesen grofsen und wichtigen

Digitized by Google

Schritt gethan, und dadurch eine neue, an Entdeckungen d interessantesten Art reiche, Bahn gebrochen. Seine En deckung trug er in der Schrift vor: Discorsi e dimonstr zioni matematiche intorno a due nuove scienze, die zuerst i J. 1638 zu Leyden erschien.

Dieses an Umfang kleine, aber an Inhalt sehr wichti Werk verschaffte ihm unter seinen Zeitgenossen, die den ga zen Werth desselben nicht begriffen, lange nicht den Ruh welchen ihm seine andern glänzenden Entdeckungen an de gestirnten Himmel gebracht hatten, aber die gerechte Nac welt erkennt es als das höchste unter allen den mannigfaltig Verdiensten, die sich der seltene Mann um die Wissenscha ten erworben hat. Jene, die Entdeckungen der Jupitersmond der Sonnenflecken, der Venusphasen u. s. w. bedurften nur d Fernrohrs und einigen Eifers im Verfolgen der Beobachtu gen; diese aber bedurften einer ganz ungewöhnlichen Auffa sungsgabe und eines nicht gemeinen Scharfsinns, da sie Ge genstände betrafen, die, obgleich sie alltäglich vor unser Augen liegen, doch allen Philosophen und Naturforschern vo ihm gänzlich entgangen waren.

Galilei fand, dafs bei den über der Oberfläche der Erd frei fallenden Körpern die Geschwindigkeit wie die Zeit, un dafs der durchlaufene Raum wie das Quadrat der Zeit wächs Er schlofs daraus, dafs die Kraft der Erde, mit welcher si die gegen sie fallenden Körper anzieht, eine constante Kraf d. h. eine solche ist, die dem Körper in jedem folgenden Au genblicke dasselbe Mafs von Geschwindigkeit mittheilt. Nenn man also v die Geschwindigkeit, mit welcher der fallend Körper in der Zeit t den Raum s zurücklegt, so hat man[1]

$$v = 2g.t \text{ und } s = h.t^2,$$

wo g und h constante Gröfsen bezeichnen. Indem Galile diese Ausdrücke durch unmittelbare Experimente mit der Na tur verglich, fand er, dafs die Gröfse h gleich g ist, so daf man daher für den freien Fall den Körper hat

$$v = 2gt \text{ und } s = gt^2.$$

Man hat gefunden, dafs die Gröfse g oder dafs der Raum, den fallende Körper in der ersten Sexagesimalsecunde eines mittlern Tages zurücklegen, gleich ist

1 Vergl. *Fall.* Bd. IV. S. 1 ff.

Digitized by Google

$$g = 15.098165 + 0.08175 \text{ Sin.}^2\varphi \text{ Par. Fufs}$$

oder

$$g = 4.9044S + 0.02645 \text{ Sin.}^2\varphi \text{ Meter},$$

wo φ die geographische Breite des Beobachtungsorts auf der Oberfläche der Erde bezeichnet[1].

Die vorhergehenden Ausdrücke beziehen sich aber nur erstens auf eine constante Kraft und zweitens auf eine geradlinige Bewegung. Um nun zu sehen, wie man die ähnlichen Ausdrücke auch für eine veränderliche Kraft finden könne, wobei wir vorläufig die geradlinige Bewegung beibehalten, so wollen wir zuerst bemerken, dafs man, wie bereits oben erwähnt wurde, für die gleichförmige Bewegung (deren Geschwindigkeit v constant ist), den Ausdruck hat

$$s = vt \text{ oder } v = \frac{s}{t}.$$

Da man aber, nach den bekannten Grundsätzen der Differentialrechnung, auch jede andere veränderliche Bewegung, während einer unendlich kleinen Zeit, als eine gleichförmige ansehn kann, so wird der letzte Ausdruck auch für jede andere Bewegung gelten, wenn man nur die Zeit, während welcher man sie betrachtet, und also auch den in dieser Zeit durchlaufenen Raum als unendlich klein annimmt, d. h. wenn man statt t und s die Gröfse dt und ds setzt, so dafs man daher allgemein für jede Bewegung den Ausdruck hat

$$v = \frac{ds}{dt} \quad . \quad (B).$$

Ist daher die Geschwindigkeit eines Körpers veränderlich und im Anfange irgend eines Augenblickes $v = \frac{ds}{dt}$, so wird sie im Anfange des folgenden Augenblickes $v' = v + dv$ oder $v' = \frac{ds}{dt} + d.\frac{ds}{dt}$ seyn, wo wieder dt das als constant angenommene Differential der Zeit bezeichnet.

Der erste Theil dieses Ausdrucks $\frac{ds}{dt} + d.\frac{ds}{dt}$ ist eine Folge der Trägheit des Körpers. Nach dieser allgemeinen Eigenschaft der Körper mufs nämlich jeder derselben, so lange keine äufseren Kräfte auf ihn einwirken, in demjenigen Zustande, der Ruhe oder der Bewegung, verbleiben, in welchem er eben

[1] Speciellere Untersuchungen hierüber, s. Art. *Schwere*.

sich befindet. Da nun der hier betrachtete Körper im Anfang irgend einer unendlich kleinen Zeit $= dt$, der Voraussetzung gemäfs, die Geschwindigkeit $= \frac{ds}{dt}$ hat, so wird er, wenn weiter keine äufsere Einwirkung auf ihn statt hat, auch am Ende dieses Zeittheilchens noch dieselbe Geschwindigkeit $\frac{ds}{dt}$ haben, und mittelst dieser Geschwindigkeit sich auch in derselben geraden Linie fortbewegen, in welcher er schon vorher sich bewegt hat. Da aber der Körper am Ende dieses ersten Zeittheilchens nicht blofs die frühere Geschwindigkeit $\frac{ds}{dt}$, sondern da er in der That die Geschwindigkeit $\frac{ds}{dt} + d.\frac{ds}{dt}$ hat, so mufs der zweite Theil dieses Ausdrucks, da er, eben wegen des erwähnten Princips der Trägheit seine Ursache nicht in dem Körper selbst haben kann, seinen Grund irgend wo aufser dem Körper haben. Welches nun auch dieses von aufsen kommende, den Körper in seiner Bewegung störende oder die Geschwindigkeit desselben verändernde Ding seyn mag, dessen Natur wir vielleicht nie ergründen werden, so kann es uns, zu unserm Zwecke, genügen, die Nothwendigkeit der Existenz desselben in der Veränderung der Geschwindigkeit der Körper, in dieser Veränderung selbst, als in ihrer Wirkung erkannt zu haben, und diese Wirkung, die wir allein sehen und selbst messen können, für die uns noch unbekannte Ursache, die wir mit dem Namen *Kraft* bezeichnen wollen, zu substituiren. Auch ist es in der That am einfachsten, für das Mafs, das heifst, für die *Wirkung* dieser Kraft, die Geschwindigkeit anzunehmen, welche von dieser Kraft in einer bestimmten Zeit hervorgebracht wird, d. h. die Kraft der von ihr erzeugten Geschwindigkeit proportional zu setzen, und man wird in der Folge sehn, dafs auch diese Annahme der Natur und unsern Erfahrungen vollkommen gemäfs ist.

Nach dem so eben Gesagten wird also die augenblickliche Wirkung einer Kraft gleich $d.\frac{ds}{dt}$ seyn. Es ist aber klar, dafs man diese augenblickliche Wirkung einer Kraft desto beträcht-

Digitized by Google

licher annehmen mufs, je gröfser erstens die Intensität dieser Kraft, und je gröfser ferner die Zeit ist, während welcher sie wirkt. Die augenblickliche Wirkung einer Kraft wird sich daher wie das Product ihrer Intensität p in das Element der Zeit dt verhalten, während welcher sie wirkt, oder man wird für diese augenblickliche Wirkung der Kraft, für die wir bereits oben $d.\frac{ds}{dt}$ gefunden haben, auch noch den Ausdruck $p.dt$ erhalten. Setzt man daher beide Ausdrücke einander gleich, so hat man

$$p.dt = d.\frac{ds}{dt}$$

oder auch, da man, wie gesagt, das Element der immer gleichförmig fortgehenden Zeit, oder die Gröfse dt, als constant annimmt,

$$p = \frac{d^2s}{dt^2} \ldots . (C).$$

Wir haben demnach, nach diesen Gleichungen, die beiden Ausdrücke

$$v = \frac{ds}{dt} \ldots (B),$$

$$und\ p = \frac{d^2s}{dt^2} \text{ oder auch } p = \frac{dv}{dt} \ldots (C),$$

das heifst, in jeder Bewegung ist die *Geschwindigkeit* eines Körpers gleich dem Verhältnisse des Raumes ds, den er in der unendlich kleinen Zeit dt zurücklegt, zu dieser Zeit, und die *Kraft* ist gleich dem Verhältnisse der gleichzeitigen Aenderung dieses Raumes zu dem Quadrate dieser Zeit, oder kurz: die Geschwindigkeit ist das erste, und die Kraft ist das zweite Differential des Raumes in Beziehung auf die Zeit.

Diese beiden Ausdrücke enthalten die Auflösung aller Aufgaben, die man über *geradlinige* Bewegung jeder Art geben kann. Sie sind, wie man sieht, aus den beiden Grundsätzen der Mechanik abgeleitet, nach deren erstem jeder Körper, wenn keine äufsere Kraft auf ihn wirkt, in dem Zustande verbleibt, in welchem er sich eben befindet, und nach deren zweitem die auf den Körper wirkende äufsere Kraft der von ihr hervorgebrachten Geschwindigkeit proportional ist. Man betrachtet diese beiden Principien als ebenso viele Naturgesetze, die

uns durch die Beobachtungen gegeben sind, oder deren Wahrheit für uns durch die Beobachtungen bestätiget wird.

Verbindet man mit diesen beiden Principien, der Trägheit der Körper und der Proportionalität der Kraft mit der Geschwindigkeit, noch das Princip der Zerlegung der Kräfte, so lassen sich, mittelst der beiden obern gegebenen Gleichungen, auch alle Probleme der Mechanik auflösen, die sich auf *krummlinige* Bewegungen beziehn, wodurch die ganze Wissenschaft, in Inhalt und Form geschlossen wird. Nach diesem letzten Principe verhalten sich nämlich verschiedene Bewegungen, die ein Körper *zu gleicher Zeit* nach mehrern Richtungen erhält, so, dafs der Körper in jedem Augenblicke in demjenigen Puncte des Raumes sich befindet, wo er sich befinden würde, wenn jede dieser Bewegungen einzeln und von den andern abgesondert, auf ihn gewirkt haben würde. Wenn also z. B. zwei Kräfte unter einem gegebenen Winkel auf einen Körper wirken, und wenn er, vermöge der ersten Kraft allein, die eine, und vermöge der andern Kraft allein, die andere Seite eines Parallelogramms, dessen zwei Seiten jenen Winkel einschliefsen, durchlaufen würde, so wird er, vermöge beider zugleich auf ihn wirkenden Kräfte, die Diagonale des mit diesen beiden Seiten construirten Parallelogramms beschreiben, und ebenso wird er, wenn drei Kräfte zugleich auf ihn wirken, die Diagonale des Parallelopipedums beschreiben, dessen Seiten die durch die einzelnen Kräfte erzeugten Wege unter den gegebenen Richtungen bezeichnen. Am einfachsten und zugleich in allen Fällen genügend ist es, diese Richtungen unter sich senkrecht anzunehmen. Wir werden weiter unten die weitere Ausführung der hier angezeigten Grundzüge der Wissenschaft mittheilen, nachdem wir die beabsichtigte kurze Geschichte derselben vollendet haben werden.

Hier bemerken wir zuvörderst, dafs Huygens es war, der zu den ersten Entdeckungen in der Mechanik, zu den von Galilei gefundenen Gesetzen des freien Falles, auch noch die der Centrifugalkraft und der Pendelbewegungen hinzugefügt, und dadurch gleichsam die Bahn zu der grofsen Entdeckung des Gesetzes der allgemeinen Schwere geöffnet hat. Ueberhaupt scheint es die Bestimmung dieses aufserordentlichen Mannes gewesen zu seyn, die ersten Ideen seines Vorgängers Galilei zu vervollkommnen und gleichsam zu vervoll-

Digitized by Google

ständigen. Newton ergriff die von Huygens aufgestellten Sätze, und führte sie, vorzüglich durch Hülfe des neuen Infinitesimal-Calcüls, weiter aus, und seine *Principia philos. mathematica*, die zuerst im J. 1687 erschienen, zeigten die neue Wissenschaft schon auf einer Stufe der Vollendung, die seinen Nachfolgern, wenigstens in Beziehung auf den Inhalt und auf die darin angeregten Probleme nur wenig mehr hinzuzufügen übrig liefs; da sich der gröfste Theil von dem, was noch zu wünschen war, mehr auf die Form der Behandlung und auf die Ueberwindung der Schwierigkeiten bezog, welche die mit diesem Probleme verbundene mathematische Analyse darbot.

Schon Galilei hatte, durch die Oscillationen einer an einer langen Schnur hängenden Kirchenlampe aufmerksam gemacht, die Eigenschaft der Pendelbewegung zu einem Gegenstande seiner besondern Untersuchung gemacht und gefunden, dafs die Länge des Pendels dem Quadrate der Anzahl seiner Schwingungen oder, was dasselbe ist, dem Quadrate der Zeit proportional sey, und er schlug daher dieses Instrument zu einer genauen Messung der Zeit selbst vor. Torricelli hatte die Ideen seiner Lehrers, Galilei, in seiner Schrift: De motu Gravium, weiter ausgebildet, in welcher er auch über den Weg der gegen den Horizont schief geworfenen Körper seine Untersuchungen mittheilte. Allein Huygens ging viel weiter, indem er die Bewegung in einer krummen Linie überhaupt zu bestimmen suchte. Zwar beschränkte er seine Untersuchungen nur auf die Bewegungen in einem Kreise, allein die von ihm gefundenen Resultate für den Kreis lassen sich sehr leicht auch auf jede andere krumme Linie ausdehnen, da man dieselbe als die Aufeinanderfolge von unendlich kleinen Kreisbogen betrachten kann, wie er selbst es in seiner Theorie der Evoluten gethan hat. Er fand, dafs die Centrifugalkraft im Kreise gleich ist dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch den Halbmesser des Kreises, woraus sofort folgte, dafs auch in jeder andern krummen Linie die Centrifugalkraft gleich dem Quadrate der Geschwindigkeit, dividirt durch den Krümmungshalbmesser der Curven, seyn wird. Eine weitere Betrachtung der Kreisbewegung zeigte ihm auch, dafs die Centrifugalkraft in demselben sich wie der Halbmesser des Kreises und verkehrt, wie das Quadrat der Umlaufszeit des Körpers in dieser

Digitized by Google

krummen Linie verhalte. Wenn er diese von ihm entdec ten Sätze auf die Bewegungen des Mondes um die Erde od auf die der Planeten um die Sonne angewendet hätte, ei Anwendung, die für seinen Scharfsinn keine Schwierigkeit darbieten konnte, so würde er der Entdecker des Gesetzes d allgemeinen Schwere geworden seyn.

Allein dieser letzte und gröfste Schritt war seinem Zei genossen, Newton, vorbehalten, der zugleich die Theorie d Bewegung in allen ihren Theilen ausgebildet und dadurch d Wissenschaft nach allen ihren Richtungen diejenige Gest gegeben hat, die bis in die neuesten Zeiten als die vollkom menste beibehalten wurde. Die meisten seiner Nachfolge haben sich damit begnügt, die von ihm in synthetischen, nac der Manier der Alten, gehaltenen Methode vorgetragenen Sätz in die Sprache der Analysis zu übersetzen, und sie, mit ei nicht geringen Erweiterungen, durch sogenannte Differential gleichungen auszudrücken, deren Integration aber oft sehr grofs Hindernisse darbietet.

Newton pflegte die Auflösung jedes gegebenen Problems damit zu beginnen, dafs er die Kraft, welche auf einen be wegten Körper wirkt, in zwei andere zerlegte, von welchen die eine nach den Tangenten der von diesem Körper beschrie benen Curve, und die andere nach der Normale derselben gerich tet ist, daher er auch jene die Tangential- und diese die Nor malkraft nannte. Die Tangentialkraft war sonach blofs be stimmt, die absolute Geschwindigkeit des Körpers zu ändern, ohne einen Einfluſs auf die Aenderung seiner Richtung zu ha ben. Sie war gleich dem Differential dieser Geschwindigkeit, dividirt durch das Element der Zeit. Die Normalkraft aber ist, nach dem oben Gesagten, gleich dem Quadrate der Ge schwindigkeit, dividirt durch den Krümmungshalbmesser der Curve, und diese verändert blofs die Richtung des bewegten Körpers, ohne auf seine Geschwindigkeit Einfluſs aus zuüben.

Auf diese Weise hat man seit Newton's Principien alle Probleme der Mechanik aufzulösen gesucht, und selbst Euler's Mechanik, die im J. 1736 erschien und die als das erste com plete Werk über diese Wissenschaft anzusehn ist, wurde noch ganz auf diese Zerlegung der Kräfte nach der Tangente und der Normale der Curven gegründet. Später aber hat man dieses

Digitized by Google

Verfahren gänzlich verlassen, weil sich die Methode der Zerlegung der Kräfte nach drei unter sich senkrechten Coordinaten als viel bequemer zur Auflösung jener Probleme dargeboten hatte. Dadurch hatte man zugleich den doppelten Vortheil erreicht, auch die Bewegungen der Körper in krummen Linien von doppelter Krümmung und auf gegebenen krummen Flächen zu bestimmen und aufserdem alle noch so verwickelte krummlinige Bewegungen auf einfache Bewegungen in geraden Linien, nämlich in eben jenen drei auf einander senkrechten Coordinaten, zurückzuführen. Man hat auch hier, wie sonst so oft, Gelegenheit, sich zu verwundern, dafs eine so klare und einfache Sache erst so spät gefunden wurde. Es scheint, dafs Maclaurin es ist, der diese neue Art der Behandlung der Mechanik zuerst und zwar in seinem Werke „über die Fluxionen" gebraucht hat, das im J. 1742 zu London erschienen ist.

Auf diese Weise hat man eine grofse Menge von Problemen aufgelöst, die sich auf die Bewegung der von gegebenen Kräften getriebenen Körper beziehen, vorausgesetzt, dafs man diese Körper nur als Puncte betrachtete. Auch hat man dieses Verfahren auf ganze Systeme solcher körperlicher Puncte angewendet, die sich unter einander nach einem gegebenen Gesetze anziehn, wie z. B. die Planeten unseres Sonnensystems, deren Bewegung um die Sonne und deren Störungen unter einander man, wenigstens in ihren grofsen Zügen, schon damals zu bestimmen wufste. Selbst die Bewegungen solcher körperlichen Puncte auf gegebenen Flächen, oder in gegebenen Canälen, die Curven von doppelter Krümmung bilden, oder endlich in widerstehenden Mitteln, boten keine andern Schwierigkeiten, als die der Integration der erhaltenen Differentialgleichungen dar, da sich diese äufsern Bedingungen der Bewegung wieder auf blofse einfache und gegebene Kräfte, die auf den bewegten Körper wirken, zurückführen liefsen. Sollte z. B. der Körper auf einer gegebenen Fläche bleiben, so durfte man, um diese Bedingung analytisch auszudrücken, den bereits gegebenen, auf den Körper wirkenden Kräften noch eine neue Kraft hinzufügen, deren Richtung in allen Puncten auf jener Fläche senkrecht steht, und die daher den Körper auf jener Fläche zurückhalten mufs. Ebenso konnte der Widerstand des Mittels, in welchem sich ein Körper bewegen soll,

Digitized by Google

als eine neue Kraft angesehn werden, die immer in der Tangente der Bahn des Körpers liegt, und eine der Bewegung des Körpers entgegengesetzte Richtung hat, und so fort in allen ähnlichen Fällen, wo überall die Anwendung der von Newton oder auch der von Maclaurin gegebenen Methode keine weitere Schwierigkeiten hatte.

Allein ganz anders verhielt sich die Sache, wenn man diejenigen Bewegungen der Körper bestimmen wollte, die durch einen gegenseitigen Druck oder Stofs auf einander wirken, entweder unmittelbar oder auch durch Stangen oder Fäden, welche diese Körper unter einander verbinden, kurz, wenn diese Körper auf eine solche Weise zusammenhängen, dafs sie den äufsern, auf sie einwirkenden Kräften nicht mehr frei gehorchen können, sondern auch unter einander wirken, und durch Druck, Zug oder Stofs die erhaltenen Bewegungen modificiren und mannigfaltig abändern. In diesem Falle sind die eigentlichen, auf jeden einzelnen Körper des Systems wirkenden Kräfte noch unbekannt, man kann sie daher auch nicht nach irgend einer Richtung zerlegen und die oben erklärte Methode bleibt unanwendbar.

Unter diesen Problemen erhielt vorzüglich eines, das des *Mittelpuncts des Schwunges* (*Centrum oscillationis*) eine Art von Berühmtheit schon seit dem Anfange des 17. Jahrhunderts, da die gröfsten Mathematiker jener und der nächstfolgenden Zeit nicht damit zu Stande kommen konnten, und da man es vorzüglich den Bemühungen dieser Männer um die Auflösung dieses Problems verdankt, dafs die Mechanik so rasche und grofse Schritte zu ihrer Vollendung gemacht hat.

Wenn eine unbiegsame Linie ohne Masse und Schwere an ihrem höchsten Puncte befestigt und an ihrem tiefsten Puncte mit einem kleinen Körper, den man als einen körperlichen Punct ansehen kann, beschwert wird, so hat man das sogenannte *einfache Pendel*, dessen Oscillationen blofs von seiner Länge, d. h. von dem Abstande jener beiden äufsersten Puncte des Pendels abhängen. Wenn aber mehrere schwere Körper oder körperliche Puncte, durch unveränderliche, schwerlose Linien oder Stangen unter einander verbunden sind, und wenn dieses System von körperlichen Puncten in einem dieser Puncte an einer fixen, horizontalen Axe befestigt und um diese Axe in schwingende Bewegung gesetzt wird, so hat man ein zu-

Digitized by Google

zusammengesetztes Pendel. Bei diesem letzten Pendel schwingt jeder der materiellen Puncte, aus welchem das System besteht, offenbar nicht so, als ob er allein da wäre, sondern diese Puncte hindern und stören sich gegenseitig in ihren Bewegungen. Die der Axe nähern Puncte verlieren einen Theil ihrer natürlichen Bewegung, und theilen sie den entferntern Puncten mit. Es giebt also hier unter den einzelnen Puncten des Systems verloren gegangene und neu gewonnene Bewegungen. Wie es sich aber auch mit diesem Gewinn und Verlust der einzelnen Puncte verhalten mag, so mufs es doch in dem ganzen Systeme irgend einen Punct geben, der durch alle andere Puncte weder Gewinn noch Verlust erhält, d. h. einen so beschaffenen Punct, der um jene Axe, wenn er an sie durch einen schwerlosen Faden befestigt wäre, so oscilliren würde, als wenn er ganz allein da wäre, als ob alle anderen Puncte des Systemes entweder gar nicht existirten oder auch, als ob sie alle in diesem einen Puncte vereinigt wären. Den so beschaffenen Punct nennt man den *Mittelpunct des Schwunges*, und es ist offenbar, dafs man jene die einzelnen Puncte verbindenden Stangen so klein, als man will, also auch unendlich klein, annehmen kann, dafs es also auch in jedem Systeme von körperlichen Puncten, und daher auch in jedem soliden Körper von irgend einer Gestalt einen solchen Mittelpunct des Schwunges geben müsse, den zu finden eben die Aufgabe ist, um die es sich hier handelt.

Der bekannte Geometer Mersenne, ein Franciscanermönch in Frankreich (geb. 1588, gest. 1648), der sich auch durch seine Untersuchungen über die Cycloide berühmt gemacht hat, war der erste, der die Frage von dem Mittelpuncte des Schwunges anregte. Er gab den Geometern seiner Zeit, wie es damals Sitte war, durch öffentliche Blätter das Problem, die Gröfse eines Körpers von irgend einer Gestalt zu finden, der in einem seiner Puncte aufgehängt, seine Schwingungen in derselben Zeit vollendet, wie ein einfaches Pendel von gegebener Länge. Descartes suchte eine Auflösung dieses Problems zu geben. Er kam darüber mit Roberval in einen Streit, der die Auflösung des Descartes nicht als richtig anerkannte, und wohl den Weg zeigte, den man gehn soll, um zu dem gewünschten Ziele zu kommen, aber diesen Weg selbst nicht ging, ohne Zweifel, weil die Analysis jener

Digitized by Google

Zeit zu Untersuchungen dieser Art noch nicht genug ausgebildet war.

Bald darauf versuchte Huygens seine Kraft an der schwe-ren Aufgabe, von der er sogleich sah, dafs sie ein Problem ganz neuer Art sey, und daher auch ganz andere Hülfsmittel fordere, als die bisher in der Mechanik vorgekommenen Aufgaben. Er führte deshalb ein neues Princip in die Mechanik ein, nach welchem bei einem Systeme von unter einander verbundenen körperlichen Puncten das Herabsteigen des Schwerpunctes des Systems gleich grofs ist mit dem darauf folgenden Aufsteigen des Schwerpunctes, wenn bei dem Aufsteigen dieser körperlichen Puncte sich von einander trennen, und jeder für sich aufsteigen würde. Man verstand anfangs dieses Princip nicht hinlänglich, und es fehlte auch nicht an kleinen Fehlern, die sich Huygens dadurch zugezogen hatte, die ihn aber in seinen Behauptungen nicht irre machten. Später drückte man diesen Grundsatz auf eine einfachere Weise aus und in dieser Gestalt bildet er jetzt den berühmten Satz, den man in der Mechanik das Princip der Erhaltung der lebendigen Kraft (*principe de la conservation des forces vives*) zu nennen pflegt. Man ist nämlich dahin übereingekommen, das Product der Masse eines Körpers in das Quadrat seiner Geschwindigkeit, die *lebendige Kraft* des Körpers zu nennen, und Huygens Princip kann daher auch so ausgedrückt werden. Bei der Bewegung der durch die Schwere getriebenen Körper ist die lebendige Kraft derselben in jedem Augenblicke unveränderlich dieselbe, diese Körper mögen unter einander auf irgend eine Art verbunden seyn oder sie mögen frei, jeder für sich, durch dieselbe Höhe fallen. Man hat lange Zeit diesen Satz nicht sowohl als ein Princip, da er wohl eines Beweises bedürfte, sondern als ein Theorem der Mechanik betrachtet, aber nachdem Leibnitz und Johann Bernoulli einmal die lebendigen Kräfte in ihre Theorie der Mechanik eingeführt hatten, sahen sie, dafs dieser Satz eigentlich ein allgemeines Naturgesetz ist, nach welchem, bei jeder Bewegung, die durch gegebene äufsere Kräfte hervorgebracht wird, die Summe der lebendigen Kräfte der einzelnen körperlichen Puncte eines Systems blofs von jenen äufsern Kräften, keineswegs aber von der Verbindung jener Puncte unter sich, abhängt, und dafs daher auch bei einem Systeme, auf welches blofs die Schwere

Digitized by Google

wirkt, die lebendige Kraft dieselbe bleiben wird, die einzelnen Puncte des Systems mögen unter sich auf irgend eine Art oder auch gar nicht verbunden seyn.

Huygens fand auf diese Weise, dafs der Mittelpunct des Schwunges eines Systems von körperlichen Puncten, das um eine horizontale Axe rotirt, in einer durch den Schwerpunct desselben auf die Axe senkrecht gehenden Linie liegt, und dafs die Entfernung dieses Mittelpunctes des Schwunges von der Axe gleich ist der Summe der Producte aller Gewichte der körperlichen Puncte in die Quadrate ihrer Abstände von der Axe, dividirt durch die Summe der Producte dieser Gewichte in ihre Abstände. Nennt man also p, p', p''.... die Gewichte der einzelnen körperlichen Massen, aus welchen das System besteht, und a, a', a''... ihre Abstände von der Rotationsaxe, so ist die Entfernung R des Mittelpunctes des Schwunges des Systems von jener Axe, oder so ist die Länge des einfachen Pendels, welches seine Schwingungen in derselben Zeit mit jenem Systeme vollendet

$$R = \frac{a^2 p + a'^2 p' + a''^2 p'' + ..}{a p + a' p' + a'' p'' + ..}$$

und daraus kann man nun leicht, durch das bekannte Verfahren der Differentialrechnung, den Mittelpunct des Schwunges *für alle gerade* und krumme Flächen, so wie auch für jeden Körper von gegebener Gestalt bestimmen.

Diese Theorie hat Huygens in seinem Werke: *Horologium oscillatorium* vorgetragen, und mit vielen scharfsinnigen Bemerkungen begleitet. Sie würde nichts zu wünschen übrig gelassen haben, wenn er das dieser Theorie zum Grunde gelegte Theorem, das er als Princip annahm, auch bewiesen hätte. Einige Zeit darauf, im Jahre 1681, erschien eine Kritik dieser Theorie in dem Pariser Journal des Savans, auf die Huygens selbst nur kurz und ungenügend antwortete, die aber dem berühmten Jacob Bernoulli Gelegenheit gab, der Sache weiter nachzudenken, und die Auflösung jenes Problems aus den ersten Gründen der Dynamik abzuleiten. Er betrachtete zuerst einem gewöhnlichen Hebel mit zwei gleichen Gewichten an seinen Endpuncten beschwert, von denen aber das einer näher an dem Unterstützungspuncte steht, als das andere. Dieser Hebel mufs sich also um seinen Ruhepunct drehn. Bei dieser Drehung ist aber die Geschwindigkeit des ersten Ge-

Digitized by Google

wichts offenbar kleiner, und die des zweiten Punctes grö
als diejenige Geschwindigkeit, welche jedes dieser Gewi
in einer ganz freien Bewegung beschreiben würde. Das
ste, dem Ruhepuncte nähere Gewicht, hat etwas von sei
ursprünglichen Geschwindigkeit verloren, während das zw
gewonnen hat, und da dieser gegenseitige Austausch der
schwindigkeiten durch das Mittel eines um einen fixen Pu
beweglichen Hebels statt hatte, so mufs dieser Austausch n
dem bekannten Gesetze des Gleichgewichts am Hebel statt
habt haben, so also, dafs der Verlust des ersten Gewichts
dem Gewinn des zweiten sich verhält, wie sich verkehrt
Entfernungen dieser zwei Gewichte von dem Ruhepuncte
res Hebels verhalten. Daraus und aus der Betrachtung, dafs
wahren Geschwindigkeiten dieser zwei Gewichte sich wie il
Entfernungen vom Ruhepuncte verhalten müssen, konnte Be
NOULLI sehr leicht diese Geschwindigkeiten selbst, und d
durch die Bewegung des ganzen Pendels bestimmen.

Dieses ist in Wahrheit der erste streng wissenschaftlic
Schritt zur Auflösung jenes Problems von dem Mittelpunc
des Schwunges. Die Idee, welche demselben zum Grund
liegt, ist eben so einfach als sinnreich. Aber JACOB BER
NOULLI verfiel bei der Auflösung in einen Irrthum, indem
die endlichen Geschwindigkeiten der beiden Gewichte mit de
accelerirenden Kräften verwechselte, durch welche jene Ge
schwindigkeiten hervorgebracht werden. Der MARQUIS D
L'HOPITAL bemerkte und verbesserte diesen Fehler im Jahr
1690, dadurch wurde JACOB BERNOULLI noch einmal auf sein
frühern Untersuchungen zurückgeführt und nun gab er die er
ste directe und strenge Auflösung des erwähnten Problem
eine Auflösung, die in der Geschichte der Dynamik sehr wich
tig ist, da sie eigentlich der Keim derjenigen Methoden ge
nannt werden kann, die späterhin D'ALEMBERT mit so vie
Glück in die Wissenschaft eingeführt hat. JACOB BERNOULLI
trug sie zuerst blofs in ihren Hauptzügen vor[1], gab sie abe
später völlig ausgebildet[2]. Er betrachtet hier zuerst neben de
äufseren, auf den Hebel wirkenden Kraft der Schwere noc
andere, aus der Gegenwirkung der Gewichte entspringend

1 Acta Erud. Lips. Ann. 1691.
2 Mém. de l'Acad. de Par. 1703.

Kräfte, die sich aber unter einander das Gleichgewicht halten, und die daher, wenn sie allein auf den Hebel wirkten, denselben nicht in Bewegung setzen würden; dadurch wurde das schwere und bisher rein dynamische Problem auf die Statik zurückgeführt, und es war fortan blofs Sache der mathematischen Analyse, die auf diese Weise erhaltenen Differentialausdrücke durch die Integralrechnung auf ihre endlichen Ausdrücke zu bringen. Bald darauf erhielt man noch andere Auflösungen desselben Problems von Johann Bernoulli, Taylor, Hermann u. s. w., die aber im Grunde nichts Neues mehr enthielten, und zur Erweiterung der Wissenschaft keinen wesentlichen Beitrag lieferten. Euler trug denselben Gegenstand mit vielen Erläuterungen und Erweiterungen im siebenten Bande der älteren Commentationen der Acad. von Petersburg vor.

Nachdem einmal die Schwierigkeiten überwunden waren, welche dieses Problem dargeboten hatte, so wurde eine grofse Menge anderer, in dasselbe Feld gehörender Aufgaben behandelt, und bald nach Huygens, bald nach Jac. Bernoulli's Methode glücklich aufgelöset. Früher konnte man nur die Bewegungen einzelner, unter sich unverbundener körperlicher Puncte, auf welche gegebene äufsere Kräfte wirken, bestimmen, von da an aber war man im Stande, auch die Bewegungen eines Systems von Puncten zu berechnen, die auf irgend eine Art, durch Stangen, Ringe, Schnur u. s. w. unter sich verbunden waren, und durch diese Verbindungen selbst gleichsam neue Kräfte erzeugten, die als Zug oder Stofs betrachtet wurden, und da die Abstände dieser Puncte unter sich selbst von irgend einer beliebigen Gröfse, also auch unendlich klein genommen werden konnten, so war dadurch auch der Weg gegeben, die Bewegung irgend eines endlichen Körpers von bestimmter Gestalt zu bestimmen, indem man nämlich diesen Körper als System von unendlich vielen und unendlich kleinen körperlichen Puncten annahm, und die bisher erhaltenen analytischen Ausdrücke dem Geiste der Integralrechnung gemäfs betrachtete.

Seit der Epoche, welche Jac. Bernoulli's Auflösung des erwähnten Problems in der Wissenschaft hervorgebracht hat, bis zu der eigentlichen Ausbildung der jener Auflösung zum Grunde liegenden Idee durch d'Alembert, d. h. von dem

Digitized by Google

Jahre 1691 bis 1743 erschienen zwei Hauptwerke, welche die bisherigen Bemühungen der einzelnen Geometer sammelten, ordneten und sie in ein wissenschaftliches System zu bringen suchten. Das erste ist die *Phoronomie* von *Herman*, die 1716 zu Petersburg heraus kam und in welcher die gesammte Statik und Dynamik der festen und flüssigen Körper mit viel Talent und Sachkenntnifs, aber nicht mit der nöthigen Deutlichkeit abgehandelt ist. Der Verfasser wählte nach dem Beispiele Newton's, die synthetische Darstellung, obschon er die in seinem Werke enthaltenen Theoreme höchst wahrscheinlich auf dem analytischen Wege gefunden hatte. Auch war die Wissenschaft in allen ihren Theilen noch nicht hinlänglich ausgebildet, um schon zu jener Zeit in ein vollständiges System gebracht zu werden, und die geistige Kraft des Verfassers schien einer so grofsen Unternehmung nicht gewachsen. Das zweite hier zu erwähnende Werk ist die *Mechanica seu motus scientia* von Euler, die 1736 zu Petersburg erschien. Diese Schrift enthält in zwei starken Quartbänden die ganze Theorie der Bewegung eines isolirten körperlichen Punctes im leeren Raume sowohl, als auch in widerstehenden Mitteln. Euler wählte bei seiner Darstellung durchaus die analytische Methode, in welcher er selbst ein so grofser, ja bisher noch von keinem seiner Nachfolger übertroffener Meister war. Uebrigens behielt er in diesem Werke, wie schon oben erwähnt, die ältere Zerlegung der Kräfte in Tangential- und Normalkräfte bei, obschon er gegen das Ende seiner Schrift auch bereits die Zerlegung nach den drei Coordinaten, die Maclaurin zuerst gebraucht hat, einzuführen sucht. Ein anderes Werk desselben Verfassers, die *Theoria motus corporum solidorum*[1], gehört in eine spätere Periode, und behandelt, wie schon sein Titel sagt, die Bewegung der Körper von irgend einer Gestalt, also diejenigen Probleme, zu deren Auflösung Huygens und Jac. Bernoulli zuerst den Weg gezeigt haben. Viele andere Aufsätze Euler's in den Memoiren von Berlin und Peterburg beschäftigen sich mit ähnlichen Aufgaben, wie denn überhaupt die vorzüglichsten Geometer jener Zeit diese neuen Aufgaben zum Gegenstande ihrer Untersuchungen machten, in welchen man den Stofs der Kör-

1 Erschien zu Greifswalde 1765.

Digitized by Google

per unter einander oder die Bewegung eines Systems von Körpern zu bestimmen suchte, die durch unveränderliche oder elastische Fäden und Stangen verbunden sind, oder die an solchen Fäden und Ringen frei auf und ab gleiten und sich überdiefs noch auf gegebenen Curven oder Flächen bewegen. Man findet diese Arbeiten der Bernoulli's, Clairaut's, Euler's u. s. w. in den ersten Bänden der Petersburger Memoiren, in den Mém. de Berlin von 1745 und de Paris von 1741, 1742 und 1747, in den gesammelten Werken von Johann Bernoulli und in den *Opusculis* von Euler. Beinahe alle diese Auflösungen wurden auf das oben erwähnte Princip von Huygens gebaut, aber da dasselbe im Grunde nur eine einzige Gleichung giebt, so mufste man die noch übrigen durch besondere Betrachtungen finden, die aus der Natur der Aufgabe selbst hervorgehn sollten, wozu meistens ein nicht gewöhnlicher Scharfsinn erforderlich war, daher diese Angelegenheit auch gleichsam das Eigenthum der gröfsten Geometer jener Zeit blieb, und wahrscheinlich auch geblieben wäre, wenn nicht endlich eine glückliche und sinnreiche Idee d'Alembert's allen diesen vagen Versuchen ein Ziel gesetzt und Licht und Ordnung in eine bisher so dunkle Sache gebracht hätte.

Es wurde bereits oben bemerkt, dafs das Princip, dessen sich Jacob Bernoulli zur Auflösung des Problems von dem Mittelpuncte des Schwunges bediente, diese eigentlich dynamische Frage auf eine blofs statische Aufgabe zurückgeführt hat. Aber d'Alembert war es, der den ganzen Werth und die Allgemeinheit dieses Princips übersah, der es zuerst in die Mechanik einführte und ihm zugleich alle die Einfachheit und Fruchtbarkeit, deren es fähig ist, zu geben verstand.

Denken wir uns ein System von körperlichen Puncten, die auf irgend eine Weise unter einander verbunden sind und auf deren jeden gegebene Kräfte nach bestimmten Richtungen wirken. Diese Kräfte wird man erstlich mittelst des bekannten Princips der Zerlegung der Kräfte auf drei unter sich senkrechte und mit den drei Coordinatenaxen des Systems parallele Kräfte zurückführen, nach der von Maclaurin eingeführten Methode, wodurch die Aufgabe bereits beträchtlich vereinfacht wird, da man jetzt nur drei Kräfte zu untersuchen hat, deren jede in einer unveränderlichen Richtung wirkt,

Digitized by Google

und da diese drei Richtungen die einfachsten ihrer Art, nämlich unter einander senkrecht sind. Wenn nun diese drei Kräfte auf die Körper des Systems wirken, so wird jeder dieser Körper, wenn er allein da wäre und sich frei bewegen könnte, dem Impulse der auf ihn einwirkenden Kräfte folgen, und die Bewegung desselben würde, ohne andere Schwierigkeiten, als die der Integralrechnung, durch die früher gefundenen Methoden bestimmt werden können. Allein nach der Voraussetzung sind diese Körper des Systems nicht isolirt, sondern sie sind durch Fäden, Stangen oder durch ihre eigenen Anziehungen unter einander verbunden, und dadurch wird die freie Bewegung eines jeden dieser Körper gehemmt und geändert. Welches nun aber auch diese Aenderung seyn mag, die jeder Körper des Systems in seiner Bewegung durch jene Hindernisse erfährt, so ist doch klar, dafs man die freie Bewegung eines jeden dieser Körper (d. h. diejenige, welche er haben würde, wenn jene Hindernisse nicht da wären), in zwei andere zerlegen könne, nämlich erstens in diejenige, welche der Körper unter den gegebenen Bedingungen oder Hindernissen in der That hat, und zweitens in diejenige, die durch diese Hindernisse aufgehoben oder verloren gegangen sind. Diese letztern Kräfte aber müssen offenbar der Art seyn, dafs das System, wenn blofs die verlornen Kräfte auf dasselbe wirken, im Gleichgewichte bleiben wird.

Dieses ist das Princip D'ALEMBERT's, endlich alle Probleme der Dynamik auf die Statik, wodurch alle Aufgaben über Bewegung auf die über das Gleichgewicht der Körper zurückgeführt werden, und welches von D'ALEMBERT in seinem Traité de Dynamique im J. 1743 bekannt gemacht ist.

Um dieses Princip durch eine bildliche Darstellung deutlich zu machen, sey m die Masse eines der körperlichen Puncte des Systems, und udt die Geschwindigkeit, welche er, wenn er ganz frei wäre, während der unendlich kleinen Zeit dt von der auf ihn wirkenden Kraft erhalten würde. Nennen wir ebenso qdt den Zuwachs der Geschwindigkeit, den dieser Körper, während derselben Zeit dt, vermöge der oben erwähnten Hindernisse der andern Körper in der That erhält. Die Richtungen dieser beiden Geschwindigkeiten werden im Allgemeinen verschieden seyn. Man wird daher, da sich die accelerirenden Kräfte wie ihre Geschwindigkeiten ver-

Digitized by Google

haben (nach der oben angeführten Gleichung C), auch die erste dieser Geschwindigkeiten oder udt in zwei andere zerlegen können, von welchen die eine die in der That statt habende Geschwindigkeit qdt ist, während wir die andere durch pdt bezeichnen wollen. Die auf den Körper wirkende bewegende Kraft wird das Product mu zum Maſse haben, während die zu den beiden andern Geschwindigkeiten qdt und pdt zu ihren Maſsen die Gröſsen mq und mp haben werden. Bezeichnet man daher die Diagonale eines Parallelogramms durch mu, und die beiden Seiten desselben durch mq und mp, so wird die gegebene Kraft mu, die nach ihrer ganzen Stärke auf den Körper, wenn er frei wäre, wirken würde, als die mittlere oder resultirende Kraft von zwei andern Seitenkräften mq und mp betrachtet werden können, von welchen die erste mq die unter den gegebenen Hindernissen wirklich statt habende Geschwindigkeit des Körpers erzeugt, während die andere mp die durch diese Hindernisse aufgehobene oder verlorene Kraft darstellt. Fig. 246.

Bezeichnen wir dieselben Gröſsen für einen zweiten Körper des Systems durch m′, u′, p′, q′, und für einen dritten durch m″, u″, p″, q″ u. s. w. Welches auch die Anzahl dieser Körper und welches auch die Art ihrer Verbindung unter einander seyn mag, so werden doch alle die verlornen Kräfte mp, m′p′, m″p″.... unter einander im Gleichgewichte stehn müssen, denn wenn dieses nicht der Fall wäre, so würden diese Kräfte während der Zeit dt gewisse, unendlich kleine Geschwindigkeiten in ihren Körpern erzeugen, und dann könnten die Gröſsen qdt, q′dt, q″dt.... nicht mehr diejenigen Geschwindigkeiten seyn, die, nach der Voraussetzung unter den gegebenen Hindernissen in der That statt finden.

Statt der Kräfte mp, m′p′, m″p″..... wird man übrigens, in den Gleichungen des Gleichgewichtes, auch die Gröſsen mpdt, m′p′dt, m″p″dt..... setzen können, da diese jenen proportionirt sind, wo pdt (nach der vorhergehenden Gleichung C) die unendlich kleine Geschwindigkeit bezeichnet, die der Körper in der Zeit dt erhält, und auf diese Weise hat auch d'Alembert die Sache dargestellt.

Man sieht, daſs diese Methode zwar nicht unmittelbar diejenigen Gleichungen giebt, die zur Auflösung der dynamischen Probleme nothwendig sind, sondern daſs sie uns nur

lehrt, diese Gleichungen aus den Bedingungen des Gleich
wichts abzuleiten. Wenn man nämlich das von D'Alemb
gezeigte Verfahren mit dem bekannten Princip der Zerleg
der Kräfte verbindet, so kann man für alle Fälle die ei
jeden dynamischen Probleme zur Auflösung desselben nö
gen Gleichungen entwickeln. Jedoch ist öfter die Bestimm
der verlornen Kräfte sowohl, als auch die der Gesetze
Gleichgewichts unter diesen Kräften mit besondern Schwie
keiten verbunden.

Diese Schwierigkeiten kann man aber umgehn, wenn
unmittelbar die Gleichung des Gleichgewichts zwischen
auf das System wirkenden Kräften und zwischen den von
nen hervorgebrachten Bewegungen aufstellt, aber die letz
in entgegengesetzter Richtung genommen. Denn wenn
jedem Körper des Systems eine Bewegung mittheilt, welc
derjenigen, die er unter den gegebenen Verhältnissen in
That annehmen mufs, gleich und entgegengesetzt ist, so m
das System offenbar auch in Ruhe oder im Gleichgewich
bleiben.

Diese, übrigens scheinbar nur geringe Abänderung d
von D'Alembert gelehrten Verfahrens macht dasselbe vi
leichter und einfacher.

Um auch dieses durch unsere bildliche Darstellung a
schaulich zu machen, so haben wir oben die Gröfse mu
die Resultante der zwei Seitenkräfte mq und mp betracht
Allein daraus folgt unmittelbar, dafs man auch jede dies
zwei Seitenkräfte, zum Beispiel mp, als die Resultante v
mu und von der andern Kraft mq ansehn kann, vorausgeset
dafs man diese letzte Kraft mq in einer ihr entgegengesetzt
Richtung nimmt, wie dieses die Zeichnung angiebt. Inde
man also statt jeder verlornen Kraft mp, m′p′, m″p″..... d
zwei Seitenkräfte substituirt, von welchen die verlorne Kra
die Resultante ist, so läfst sich das Verfahren D'Alembert
auf folgende Weise ausdrücken: „*In jedem in Bewegung b
griffenen Systeme von körperlichen Puncten, auf welche g
gebene Kräfte wirken, hat stets ein Gleichgewicht statt zw
schen diesen gegebenen Kräften* mu, m′u′, m″u″.... *un
zwischen denjenigen Kräften* mq, m′q′, m″q″..., *welche d
in der That statt habenden Geschwindigkeiten dieser Körp
erzeugen, wenn man nur die letzten Kräfte negativ nimmt*.

Digitized by Google

— Statt der ersten Kräfte kann man die ihnen proportionellen Gröfsen $mudt$, $m'u'dt$, $m''u''dt$.. und statt der zweiten Kräfte ebenso die Gröfsen $mqdt$, $m'q'dt$, $m''q''dt$... substituiren, wenn man nur den Geschwindigkeiten q, q', q''... ihre entgegengesetzte Richtung giebt, oder sie negativ nimmt, während man die Zeichen der Geschwindigkeiten u, u', u''... ungeändert läfst.

Dieses Verfahren hat den Vortheil, unmittelbar zu den Gleichungen zwischen den unbekannten Gröfsen q, q', q''.... und zwischen den gegebenen Gröfsen u, u', u''.... des Problems zu führen. Diese Gleichungen nämlich werden unmittelbar folgen sowohl aus den Bedingungen des Gleichgewichts überhaupt, als auch aus den gegebenen Verbindungen, die zwischen den einzelnen Körpern des Systems statt haben sollen, und die Anzahl dieser Gleichungen wird stets ebenso grofs seyn, als die Anzahl der Coordinaten der gegebenen Körper des Systems, das heifst also ebenso grofs, als die Anzahl der nach den Richtungen der drei Coordinatenaxen zerlegten Seitenkräfte $mqdt$, $m'q'dt$, $m''q''dt$.., so dafs man also, mittelst dieser Gleichungen ihre unbekannten Gröfsen, oder die augenblicklichen Geschwindigkeiten q, q', q''.... jedes einzelnen Körpers, ihrer Gröfse und ihrer Richtung nach, *durch diese Gleichungen* kennen lernen wird, und darin besteht eigentlich die Auflösung eines jeden dynamischen Problems. Diese Gleichungen, deren Anzahl also dreimal gröfser ist, als die Anzahl der in dem Systeme enthaltenen Körper, werden, ihrer Natur nach, Differentialgleichungen der zweiten Ordnung seyn, und um aus den in ihnen enthaltenen unendlich kleinen Aenderungen der Geschwindigkeiten zu den wahren Geschwindigkeiten, und zu den drei Coordinaten eines jeden dieser Körper, in Functionen der Zeit überzugehn, d. h. um durch jene Differentialgleichungen sowohl den Ort eines jeden Körpers dieses Systems, als auch die Geschwindigkeit desselben für irgend eine gegebene Zeit t zu bestimmen, wird man die Integralrechnung zu Hülfe rufen, so dafs demnach dieser letzte Theil der Auflösung jener Probleme der mathematischen Analyse anheim fällt, und dafs durch die Aufstellung jener Differentialgleichungen das eigentliche Geschäft der Mechanik geendet ist.

Dieses Verfahren gewährt noch einen andern wichtigen

Vortheil, der hier ausdrücklich erwähnt werden mufs. Wenn
nämlich durch dieselben Gleichungen die Kräfte mq, m′q′, m″q
einmal bestimmt hat, so wird man sie nur wieder neg
nehmen, oder ihre alten Richtungen wieder herstellen, und
als eine der Seitenkräfte der mittlern Kräfte mu, m′u′, m″u
ansehn. Dadurch erhält man die andere der Seitenkr
mp, m′p′, m″p″.... eines jeden einzelnen Körpers, d. h.
erhält die für jeden dieser Körper verlornen Kräfte, und d
sind es, durch welche man die Spannung der Fäden,
Druck der Stangen u. s. w., durch welche jene Körper
bunden sind, so wie auch den Druck bestimmen wird,
chen diese Körper gegen die krummen Linien oder gegen
Flächen ausüben, auf welchen sie, während ihrer Bewegu
zu bleiben gezwungen seyn sollen.

Noch war ein wichtiger Schritt übrig, der aber, so lei
er auch jetzt erscheinen mag, erst spät gelang, und welch
zu thun einem der gröfsten Geometer vorbehalten blieb.
Statik wurde, wie wir oben gesehn haben, mittelst des Pri
cips der virtuellen Geschwindigkeiten, auf eine einzige F
mel zurückgeführt, in welcher die Auflösung aller Proble
enthalten war, die in dieser Wissenschaft aufgestellt werd
konnten. Dasselbe war auch für die Dynamik zu wünsche
und der Wunsch schien um so leichter befriedigt werden
können, da schon D'Alembert die sämmtlichen Probleme d
Dynamik auf die der Statik zurückgebracht hatte. Dessen u
geachtet verfloss noch nahe ein halbes Jahrhundert, bis au
dieser Schritt gethan wurde. D'Alembert machte seine M
thode im J. 1743 bekannt und die erste Ausgabe der Mécan
que analytique von Lagrange, in welcher die Wissensch
diese letzte Vollendung erhielt, erschien im Jahr 1788.
diesem Werke ist die Statik sowohl, als auch die Dynami
mit Hülfe des oben erwähnten Princips der virtuellen G
schwindigkeiten, verbunden mit dem von D'Alembert geg
benen Verfahren, auf eine einzige Formel zurückgeführt wo
den, so dafs die Auflösung eines jeden nur möglichen Pro
blems der Mechanik blofs in der Entwickelung dieser Form
für den speciellen Fall einer jeden Aufgabe besteht.

Fügen wir, wie es bereits bei der Statik geschehn is
auch der vorhergehenden kurzen Geschichte der Dynamik de
festen Körper das Vorzüglichste über die Entstehung und Aus

Digitized by Google

bildung der Lehre von der Bewegung der Flüssigkeiten oder der *Hydrodynamik* hinzu.

In der Hydrostatik oder in der Lehre vom Gleichgewichte der Flüssigkeiten hat man sich gröfstentheils nur auf die Leitung der Gewässer zum Betriebe verschiedener Maschinen oder zu andern Zwecken des bürgerlichen Lebens beschränkt, und es scheint, dafs die Alten in dieser Kunst wenigstens ebensoweit gekommen sind, als ihre heutigen Nachfolger. Auf jeden Fall sind die Nachrichten, welche sich von ihren hydraulischen Vorrichtungen in den Schriften der Alten erhalten haben, und von welchen wir noch mehrere Denkmäler sehn, der Art, dafs sie unsere Bewunderung im hohen Grade verdienen. Nicht so ist es mit der Hydrodynamik, deren eigentlicher Ursprung erst in das letztverflossene achtzehnte Jahrhundert fällt. Archimedes, vielleicht das gröfste mathematische Talent des Alterthums, wufste nichts davon, so wenig, als Galilei, obschon er durch seine lange fortgesetzten Untersuchungen über Mechanik oft auf diesen Gegenstand geführt werden mufste, und obschon er volle neunzehn Jahrhunderte nach dem Archimedes lebte.

Newton, der 85 Jahre nach Galilei starb, versuchte es, die Bewegung der Flüssigkeiten durch die Lehren der Dynamik *fester* Körper zu berechnen, aber er beging dabei mehrere Fehler, und die Resultate seiner Berechnung stimmten mit denen der Beobachtungen nicht überein.

Torricelli, der beste Schüler Galilei's, hatte zuerst die Bewegung des Wassers untersucht, welches durch eine kleine Oeffnung des Bodens des Gefäfses, in dem es enthalten ist, ausfliefst. Er fand, dafs die Geschwindigkeit des verticalen Wasserstrahls sich verhält, wie die Quadratwurzel der Höhe des Niveau's des Wassers über der Oeffnung des Bodens. Da er aber dieses Verhältnifs nicht beweisen konnte, so gab er es einstweilen als einen Erfahrungssatz, und theilte es in seinem Werke: *De motu naturaliter accelerato* im J. 1643 mit. Newton suchte diesen Satz in seinen „Principien," die im J. 1687 erschienen, zu beweisen, aber nicht mit Glück, wie denn überhaupt die Untersuchungen über die Bewegungen der Flüssigkeiten, die am wenigsten genügenden jenes berühmten Werkes sind. Er fand, dafs die Geschwindigkeit des durch die Oeffnung gehenden Wasserstrahls sich nur wie die halbe

Digitized by Google

Höhe des Wassers über dem Boden des Gefäfses verhält. Dieser Fehler entstand dadurch, dafs er keine Rücksicht auf die Zusammenziehung des Strahls bei seinem Ausflusse genommen hatte. In der zweiten Ausgabe seines Werkes, die 1714 erschien, holte er diese Versäumnifs nach, und fand nun ein mit den Versuchen Torricelli's übereinstimmendes Resultat, aber seine Theorie war dessen ungeachtet nicht richtig, da er sie auf eine Annahme gebaut hatte, die den bereits bekannten Gesetzen der Hydrostatik widersprach, und die daher selbst der Wahrheit nicht gemäfs seyn konnte.

Zwanzig Jahre früher gab Varignon der Akademie zu Paris eine bessere Erklärung des in Rede stehenden Phänomens, die übrigens ebenfalls den Satz des Torricelli bestätigte, aber doch auch noch manches zu wünschen übrig liefs. Varignon's Beweis setzte nämlich die Flüssigkeit im Gefäfse in Ruhe voraus, da dieselbe doch, wegen des Ausflusses durch die Oeffnung im Boden, in beständiger Bewegung seyn mufs. Diese Bewegung der ganzen Wassermasse wird allerdings desto geringer seyn, je kleiner die Oeffnung in Beziehung auf die ganze Wassermasse ist, und für *solche* Fälle allein stimmte auch das Resultat der Berechnung mit den darüber angestellten Experimenten überein, da es im Gegentheile immer mehr davon abwich, je kleiner das Gefäfs, oder je gröfser die Oeffnung im Boden desselben war. Noch weniger liefs sich die neue Theorie auf die Bewegung des Wassers in senkrechten oder schief liegenden Canälen anwenden. Die ganze Untersuchung über die Bewegung der Flüssigkeiten konnte also, nach allen diesen Versuchen, nicht einmal als angefangen betrachtet werden.

Es wurden bereits oben die verschiedenen Schritte erwähnt, die von den gröfsten Geometern ihrer Zeit gethan worden sind, um das Problem von dem Mittelpuncte des Schwunges aufzulösen, und wir haben gesehn, dafs Jac. Bernoulli die wahre Theorie dieses Gegenstandes erst lange Zeit nachher entdeckte, als Huygens dieses Problem durch das Princip der Erhaltung der lebendigen Kraft in der That aufgelöset hatte. Nicht viel anders ging es auch mit der Theorie der Bewegung der Flüssigkeiten in Röhren. Die Mittel zur Auflösung dieses Problems waren bereits lange vorher gefunden, sie lagen am Tage, aber sie waren zerstreut, und scheinbar unzusammen-

Digitized by Google

hängend, und viele Zeit und Mühe der talentvollsten Männer mufsten angewendet werden, um den verborgenen Zusammenhang zweier so nahe liegenden Dinge aufzufinden. Abermals ein Beweis des alten Satzes, den wir so oft in der Geschichte der Wissenschaft bestätigt finden, dafs der menschliche Geist beinahe nie den einfachsten und kürzesten Weg wählen kann, um zur Erkenntnifs der Wahrheit zu gelangen.

Dasselbe Princip der Erhaltung der lebendigen Kraft gab auch hier die erste Auflösung des Problems von der Bewegung der Flüssigkeiten in Röhren, und die Hydrodynamik des Daniel Bernoulli, die 1738 erschien, ist ganz auf dieses Princip gebaut, ein Werk, das sich durch eine äufserst elegante Analyse und durch die höchste Einfachheit der dadurch gewonnenen Resultate vor vielen andern ruhmvoll auszeichnet. Der Vortrefflichkeit dieses Werkes ungeachtet mufste es aber doch wünschenswerth bleiben, die Lehre von der Bewegung der Flüssigkeiten auf die ersten und Fundamentalformeln der Mechanik überhaupt zurück zu führen. Maclaurin und Johann Bernoulli unternahmen die Ausführung dieses Vorhabens, jener in seinem *Tractat von den Fluxionen* und dieser in seiner *neuen Hydrodynamik*. Die Resultate, zu welchen diese beiden Geometer gelangt sind, stimmen vollkommen unter sich überein, obschon jeder einen andern Weg gegangen ist, um zu ihnen zu gelangen. Doch schien Maclaurin in seinen Beweisen nicht strenge und Joh. Bernoulli in seiner Darstellung nicht deutlich genug gewesen zu seyn, um sich mit dem durch diese Männer herbeigeführten Zustande der neuen Wissenschaft für alle Folgezeit zu begnügen. Besonders fand d'Alembert an der Theorie Bernoulli's vielerlei, wohl mit zu weit getriebener Strenge, auszusetzen, was man ihm um so weniger verargen mag, da er uns zugleich, wie früher in der Dynamik der festen Körper, so auch hier für die Theorie der Bewegung der Flüssigkeiten, den besseren, den einzig wahren Weg gezeigt hat, auf welchem man zur Auflösung aller Probleme der Hydrodynamik gelangen kann. Das bereits oben erwähnte Verfahren, wodurch er alle dynamischen Fragen auf statische zurückbrachte, indem er das Gleichgewicht zwischen den verlornen Kräften des Systems suchte, wendete er auch, und mit demselben Glücke, auf die Bewegungen der Flüssigkeiten an. Den ersten Versuch zu diesem

Digitized by Google

Ziele machte er am Ende seiner Dynamik bekannt, die im J. 1743 erschien, und die hier vorgetragenen Ideen entwickelte er vollständig in seinem schon im nächsten Jahre folgenden *Traité des Fluides*. Dieses Werk enthält die ebenso directe als schöne Auflösung aller Aufgaben, die man über die Bewegung der in Gefäfsen eingeschlossene Flüssigkeiten geben kann.

Indefs, so viel auch durch diese Schrift für die Wissenschaft gewonnen war, die Sache selbst konnte man dadurch noch nicht als geschlossen betrachten. In der That hatte sich D'Alembert bei seiner Theorie zwei Voraussetzungen erlaubt, die blofs dann angenommen werden konnten, wenn sich die Flüssigkeiten, deren Bewegung man bestimmen will, in sehr *engen* Röhren befinden. Für alle andere Fälle konnten jene Voraussetzungen nicht als der Wahrheit gemäfs erkannt werden; auch stimmten die Resultate der Theorie, in diesen letzten Fällen, mit denen der Beobachtung nicht überein.

Clairaut war es, der in demselben Jahre 1743 in seiner „Théorie de la figure de la terre" die wahren Gesetze des *Gleichgewichts* der Flüssigkeiten vorgetragen hatte, unter der ganz allgemeinen und hier allein zulässigen Voraussetzung, dafs alle Elemente der Flüssigkeit von gegebenen Kräften getrieben werden. Es war daher nur noch übrig, von diesen durch Clairaut gefundenen Gesetzen des Gleichgewichts nun auch zu den Gesetzen der Bewegung dieser Flüssigkeiten überzugehn, und hierzu bot sich das oben erwähnte Verfahren d'Alembert's, mit den verlornen Kräften, gleichsam von selbst an. Auch war es d'Alembert, der diesen letzten Schritt in der Hydrodynamik machte, wie er denselben, nur wenige Jahre zuvor, in der Dynamik der festen Körper gemacht hatte. Er zuerst gab die wahren Gleichungen der Bewegung der Flüssigkeiten in seinem Werke: *Essai d'une nouvelle Théorie sur la resistance des fluides*, die im J. 1752 erschien, und er umfafste in dieser Schrift sowohl die Bewegung der incompressiblen, als auch die der compressiblen oder elastischen Flüssigkeiten. Die hierfür aufgefundenen Gleichungen enthielten, der Natur der Sache gemäfs, die sogenannten *partiellen Differentialien*, und Euler war es, der ihnen[1] die einfachste Gestalt und diejenige

1 Mém. de Berlin. 1755.

Digitized by Google

Form gab, die sie noch in unsern Tagen haben. Wenn diese Gleichungen leichter zu integriren wären, so würde man mit ihrer Hülfe die Bewegung der Flüssigkeiten in allen gegebenen Fällen mit der gröfsten Genauigkeit vollständig bestimmen können. Aber sie sind unglücklicher Weise so schwer zu behandeln, dafs man ihre Integrale bisher nur in einigen sehr beschränkten Fällen zu finden im Stande gewesen ist, doch fällt diese Schwierigkeit der Integration nicht der Mechanik, sondern der mathematischen Analyse zur Last, die ihre weitere Vervollkommnung noch von der Zukunft erwartet. Da man ein jedes mechanische Problem als aufgelöset betrachtet, wenn man die Gleichung aufgestellt hat, welche diese Auflösung enthält, selbst wenn sie eine Differentialgleichung irgend einer Art ist, so kann die Hydrodynamik und überhaupt die ganze Mechanik, die dieser Forderung in allen Fällen Genüge leistet, als eine geschlossene Wissenschaft betrachtet werden, während die weitere Entwickelung der von ihr aufgestellten Gleichungen der Analyse anheim fällt.

Endlich wollen wir noch, zum Schlusse dieser Bemerkungen, hinzufügen, dafs Lagrange es war, der in seinem bereits öfter erwähnten Werke, Mécanique analytique, durch die Verbindung des Princips der virtuellen Geschwindigkeiten mit dem von d'Alembert gelehrten Verfahren, auch die Hydrodynamik, wie überhaupt die ganze Mechanik, auf eine einzige Formel zurückgebracht hat, in welcher die Auflösung aller Probleme, die man in dieser Wissenschaft aufstellen kann, enthalten ist.

Nach dieser kurzen Darstellung der Geschichte der Wissenschaft, in welcher wir uns nur auf die vorzüglichsten Epochen derselben, und auf diejenigen Entdeckungen beschränkt haben, die wesentlich zur Erweiterung unserer Kenntnisse und zur eigentlichen Constitution der ganzen Doctrin, wie sie in unsern Tagen besteht, beigetragen haben, wenden wir uns nun zu der Darstellung der Grundzüge der Wissenschaft selbst, um dem Leser wenigstens einen allgemeinen Ueberblick ihres Gebietes und der in ihm enthaltenen Schätze zu gewähren.

Digitized by Google

III. Grundzüge der Statik.

A. Gleichgewicht der fortschreitenden Bewegung.

Wir haben bereits oben gesehn, dafs man alle auf einen gegebenen Punct wirkende Kräfte auf eine einzige Kraft, welche die Resultante aller jener Kräfte genannt wird, zurückführen kann. Heifst daher P die Resultante aller der Kräfte, die auf irgend einen Punct eines Systems von mehrern körperlichen Puncten wirken, und nennt man δp den unendlich kleinen Raum, welchen dieser Punct nach der Richtung der Kraft P in einem Augenblick zu beschreiben sucht, und bezeichnet man ebenso die Gröfsen P und δp für einen zweiten Punct durch P′ und $\delta p'$, für einen dritten durch P″ und $\delta p''$ u. s. w., so hat man vermöge des Princips der virtuellen Geschwindigkeiten, nach dem Vorhergehenden, für das *Gleichgewicht* dieses Systems die Gleichung

$$P\delta p + P'\delta p' + P''\delta p'' + \ldots = 0.$$

Welches nun auch diese Kräfte seyn mögen, so wird man sie doch immer als solche betrachten können, die von irgend einem in ihrer Richtung liegenden Puncte A, A′, A″.... ausgehn, welche Puncte man die *Mittelpuncte* dieser Kräfte zu nennen pflegt. Sind daher x, y, z die drei unter sich senkrechten Coordinaten des ersten Punctes des Systems und sind a, b, c die analogen Coordinaten des Mittelpuncts A der Kraft P, so hat man, wenn p den Abstand dieses Mittelpuncts von dem körperlichen Puncte des Systems bezeichnet

Fig. 245.

$$p^2 = (x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2.$$

Da nun im Allgemeinen die Mittelpuncte der Kräfte in ihrer Lage unveränderlich sind, so hat man für die Variation von p den Ausdruck

$$\delta p = \frac{x-a}{p}\delta x + \frac{y-b}{p}\delta y + \frac{z-c}{p}\delta z$$

wo $\frac{x-a}{p}$, $\frac{y-b}{p}$, $\frac{z-c}{p}$ bekanntlich die Cosinus der Winkel sind, welche die Richtung p der Kraft P mit den drei Axen der x, y, z bildet. Nennt man daher diese Winkel in derselben Ordnung α, β, γ, so hat man

$$\delta p = \delta x \operatorname{Cos.}\alpha + \delta y \operatorname{Cos.}\beta + \delta z \operatorname{Cos.}\gamma.$$

Digitized by Google

Nennt man aber X, Y, Z die drei Seitenkräfte der Kraft P, die nach den Richtungen der x, y, z zerlegt sind, so ist

$$X = P\ \mathrm{Cos.}\alpha,\quad Y = P\ \mathrm{Cos.}\beta,\quad Z = P\ \mathrm{Cos.}\gamma,$$

und daher geht die Gröfse $P\delta p$ in folgende über

$$P\delta p = X\delta x + Y\delta y + Z\delta z.$$

Nennt man ebenso x', y', z' die Coordinaten des zweites Punctes des Systems und X', Y', Z' die drei Seitenkräfte, der auf diesen Punct wirkenden Kraft P', so ist ebenso

$$P'\delta p' = X'\delta x' + Y'dy' + Z'\delta z'$$

und auf gleiche Weise für den dritten Punct

$$P''\delta p'' = X''\delta x'' + Y''\delta y'' + Z''\delta z''\ \text{u.s.w.}$$

Demnach geht die vorhergehende Gleichung des Gleichgewichts $P\delta p + P'\delta p' + P''\delta p'' + .. = 0$ in folgende über

$$\begin{aligned} &X\delta x + X'\delta x' + X''\delta x'' + \\ &+ Y\delta y + Y'\delta y' + Y''\delta y'' + \\ &+ Z\delta z + Z'\delta z' + Z''\delta z'' + .. = 0 \end{aligned}$$

wofür wir der Kürze wegen setzen wollen

$$\Sigma(X\delta x + Y\delta y + Z\delta z) = 0 \ldots (I)$$

Ist nun das System frei oder keinen äufseren Bedingungen unterworfen, so sind die Gröfsen $\delta x, \delta y, dz, \delta x' \ldots$ unter sich unabhängig, und die Gleichung (I) ist, wenn n die Anzahl der körperlichen Puncte des Systems bezeichnet, 3n Gleichungen der Form $X = 0, Y = 0, Z = 0, X' = o \ldots\ldots$ gleichgeltend, und aus diesen 3n Gleichungen wird man die 3n Coordinaten x, y, z, x' ..... der körperlichen Puncte, d. h. man wird den Ort eines jeden dieser Puncte bestimmen, den derselbe, im Zustande des Gleichgewichts des Systems, einnehmen mufs.

Sind aber diese Puncte äufseren Bedingungen unterworfen, soll z. B. der eine auf einer krummen Linie von doppelter Krümmung einhergehn, ein anderer auf einer gegebenen Fläche bleiben, sollen je zwei derselben, oder auch mehrere durch unveränderliche Stangen oder durch biegsame oder ausdehnbare Faden u. dgl. unter einander verbunden seyn, so wird man diese Bedingungen stets durch eine oder durch mehrere Gleichungen zwischen den Coordinaten x, y, z, x' ..... ausdrücken können. Seyen

$$L = 0,\quad L' = 0,\quad L'' = 0 \ldots.$$

diese Bedingungsgleichungen, wo L, L', L'' ..... gegebene

Digitized by Google

Functionen von x, y, z, x′... bezeichnen, so wird man, wenn man diese Gleichungen differentiirt, erhalten

$$\left.\begin{aligned}\left(\frac{dL}{dx}\right)\delta x+\left(\frac{dL}{dy}\right)\delta y+\left(\frac{dL}{dz}\right)\delta z+\left(\frac{dL}{dx'}\right)\delta x'+..=0\\ \left(\frac{dL'}{dx}\right)\delta x+\left(\frac{dL'}{dy}\right)\delta y+\left(\frac{dL'}{dz}\right)\delta z+\left(\frac{dL'}{dx'}\right)\delta x'+.....=0\\ \left(\frac{dL''}{dx}\right)\delta x+\left(\frac{dL''}{dy}\right)\delta y+\left(\frac{dL''}{dz}\right)\delta z+\left(\frac{dL''}{dx'}\right)\delta x'+.....=0\end{aligned}\right\} \quad \text{(II)}$$

u. s. w.

Dieses vorausgesetzt sey m die Anzahl dieser Bedingungsgleichungen. Dann wird man also, mittelst dieser Bedingungsgleichungen (II) eine Anzahl m der Gröfsen δx, δy, dz, $\delta x'$.... aus der Gleichung (I) eliminiren. Die noch in (I) übrigbleibenden Gröfsen, deren Zahl also $3n-m$ ist, werden, da sie unter sich unabhängig sind, ebenfalls $3n-m$ Gleichungen geben, die, mit den m Gleichungen (II) verbunden, wieder eine Anzahl von $3n$ Gleichungen geben, aus denen man, wie zuvor, die $3n$ Gröfsen x, y, z, x′..... oder die Orte der n Körper, für den Fall des Gleichgewichts, vollständig bestimmen wird.

Statt dieser Elimination kann man bekanntlich auch die Gleichungen (II) nach der Ordnung durch einen unbestimmten Factor λ, λ', λ''.... multipliciren und diese Producte zu der Gleichung (I) addiren. Auf diese Weise erhält man folgende Gleichung:

$$\begin{aligned}&\left[X+\lambda\left(\frac{dL}{dx}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dx}\right)+..\right]dx\\ &+\left[Y+\lambda\left(\frac{dL}{dy}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dy}\right)+..\right]dy\\ &+\left[Z+\lambda\left(\frac{dL}{dz}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dz}\right)+..\right]dz\\ &+\left[X'+\lambda\left(\frac{dL}{dx'}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dx'}\right)+..\right]dx'+...=0 \quad \text{(III)}\end{aligned}$$

oder da jetzt die Gröfse dx, dx', dx''.... alle unter einander unabhängig sind, und weil daher die letzte Gleichung eigentlich $3n$ andern Gleichungen gleichgeltend ist, so erhält man, wenn man der Kürze wegen

Digitized by Google

$\lambda dL + \lambda' dL' + \lambda'' dL'' + = \Sigma . \lambda dL$ setzt, folgende 3n Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} X + \frac{1}{dx} \Sigma . \lambda dL = 0 \\ Y + \frac{1}{dy} \Sigma . \lambda dL = 0 \\ Z + \frac{1}{dz} \Sigma . \lambda dL = 0 \\ X' + \frac{1}{dx'} \Sigma . \lambda dL = 0 \text{ u. f.} \end{aligned}\right\} \ldots (III')$$

Eliminirt man dann aus diesen 3n Gleichungen die m unbestimmten Factoren λ, λ', λ''..., so erhält man 3n — m Gleichungen, die, mit den m Gleichungen (II) verbunden, wieder die 3n Gleichungen des Gleichgewichts geben. Sucht man aber statt dieser Elimination, aus den unmittelbar vorhergehenden Gleichungen die Werthe dieser Factoren λ, λ', λ''...., so wird man daraus diejenigen Kräfte bestimmen, die durch die gegebenen Verbindungen der Körper unter einander entstehn, z. B. den Druck dieser Körper gegen einander oder gegen die Curven und Flächen, auf welchen sie sich bewegen, oder die Spannung der Fäden, durch welche sie unter einander verbunden sind u. s. w. Setzt man nämlich, der Kürze wegen,

$$N^2 = \left(\frac{dL}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dz}\right)^2$$

und geht N über in $N_{,}$, $N_{,,}$ wenn L in L', L'' übergeht, so wird der Druck oder die Spannung, die der erste Körper des Systems, dessen Coordinaten x, y, z sind, durch seine Verbindung mit den übrigen Körpern von diesen übrigen erleidet, durch die Gröfsen

$$\lambda N, \lambda' N, \lambda'' N_{,,} \ldots\ldots$$

ausgedrückt werden. Heifst ebenso

$$N' = \left(\frac{dL}{dx'}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy'}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dz'}\right)^2$$

und geht N' über in $N'_{,}$, $N'_{,,}$.. wenn L in L', L'' übergeht, so wird der Druck aller übrigen Körper auch den zweiten, dessen Coordinaten x', y' z' sind, gleich den Gröfsen

$$\lambda N', \lambda' N'_{,}, \lambda'' N'_{,,}$$

seyn und so fort für alle übrigen.

Digitized by Google

B. Gleichgewicht der drehenden Bewegung.

Die vorhergehenden Gleichungen enthalten die Bedingungen, welche statt haben müssen, wenn das System keine *fortschreitende* Bewegung im Raume haben soll. Allein dann kann dieses System doch noch eine *drehende* Bewegung um einen Punct oder um einer Axe haben, und es ist dann zum vollkommenen Gleichgewichte, auch noch nöthig, diese letzte Bewegung des Systems aufzuheben.

Nehmen wir an, dafs das System sich frei um eine der drei Coordinatenaxen, z. B. um die Axe der z, drehen kann, und suchen wir die Bedingung, welche dann statt haben mufs.

Nennt man r, r′, r″.... die auf die Ebene der xy projicirten Entfernungen der körperlichen Puncte des Systems vom Anfange der Coordinaten, und n, n′, n″.... die Winkel dieser Entfernungen mit der Axe der x, so hat man

$$x = r.\text{Cos. } n, \qquad y = r.\text{Sin. } n$$
$$x' = r'.\text{Cos. } n', \qquad y' = r'.\text{Sin. } n' \text{ u. s. w.}$$

Da bei einer Drehung des Systems um die Axe der z die Gröfsen r, r′, r″.... constant bleiben, und alle Winkel n, n′, n″.... sich um dieselbe Gröfse, die wir dn nennen wollen, ändern, so hat man für die durch diese Drehungen erzeugten Aenderungen die Coordinaten

$$dx = -y\,dn, \qquad dy = x\,dn$$
$$dx' = -y'dn, \qquad dy' = x'dn \text{ u. f.}$$

Wenn also das System sich frei um die Axe der z drehn soll, so wird der Winkel n von den innern Bedingungen des Systems unabhängig, und daher seine Aenderung dn ganz willkürlich bleiben. Daraus folgt, dafs in der allgemeinen Gleichung des Gleichgewichts

$$P\delta p + P'\delta p' + P''\delta p'' + \ldots = 0$$

diejenigen Glieder, welche in dn multiplicirt sind, zusammen gleich Null seyn müssen. Diese Glieder aber lassen sich offenbar durch die Gröfse Rdn darstellen, wenn man

$$R = P\left(\frac{dp}{dn}\right) + P'\left(\frac{dp'}{dn}\right) + P''\left(\frac{dp''}{dn}\right) + \ldots$$

annimmt. Um diesen Werth von R näher zu bestimmen, hat man durch die oben gegebenen Werthe von $p^2, p'^2, p''^2 \ldots$, wenn man die dort angenommenen Bezeichnungen beibehält,

Digitized by Google

$$p\,dp = (x - a)\,dx + (y - b)\,dy$$
$$p'dp' = (x' - a')dx' + (y' - b')dy' \text{ u. f.}$$

das heifst, wenn man die vorhergehenden Werthe von dx, dx'.... substituirt,

$$\left(\frac{dp}{dn}\right) = \frac{a\,y'' - b\,x}{p},\quad \left(\frac{dp'}{dn}\right) = \frac{a'\,y' - b'\,x'}{p'} \text{ u. s. w.}$$

so dafs man daher hat

$$R = \frac{P}{p}(a\,y'' - b\,x) + \frac{P'}{p'}(a'\,y' - b'\,x') + \ldots.$$

Es war aber $\frac{x - a}{p} = \text{Cos.}\,\alpha$, $\frac{y'' - b}{p_1} = \text{Cos.}\,\beta$, oder

$$a = x - p\,\text{Cos.}\,\alpha,\quad b = y'' - p\,\text{Cos.}\,\beta, \text{ und daher}$$

$$\frac{P}{p}(a\,y - b\,x) = P(x\,\text{Cos.}\,\beta - y''\,\text{Cos.}\,\alpha)$$

wo wieder α, β, γ die Winkel sind, welche die Richtung p der Kraft P mit der Axe der x, y, z bildet. Ebenso erhält man für die zweite Kraft P' den Ausdruck

$$\frac{P'}{p'}(a'\,y' - b'\,x') = P'\,(x'.\,\text{Cos.}\,\beta' - y'.\,\text{Cos.}\,a')\text{ u. s. w.,}$$

so dafs daher der vorhergehende Ausdruck von R in den folgenden übergeht,

$$R = P(x\,\text{Cos.}\,\beta - y.\,\text{Cos.}\,\alpha) + P'(x'.\,\text{Cos.}\,\beta' - y''\,\text{Cos.}\,\alpha') + \ldots..$$

oder, wie man der Kürze wegen schreiben kann,

$$R = \Sigma.P\,(x.\,\text{Cos.}\,\beta - y.\,\text{Cos.}\,\alpha)$$

und die gesuchte Bedingungsgleichung der ungehinderten Drehung des Systems um die Axe der z wird daher

$$\Sigma.P(x.\,\text{Cos.}\,\beta - y.\,\text{Cos.}\,\alpha) = 0\ldots \text{(a)}$$

seyn. Ganz analoge Ausdrücke wird man auch für die Bedingung der freien Bewegung um die Axe der y'' und der x erhalten, wenn man in der letzten Gleichung die Gröfse x, y, a, β in z, x, γ, α und in y, z, β, γ verwandelt, so dafs man also für die freie Drehung um die Axe der y'' haben wird

$$\Sigma.P\,(z.\,\text{Cos.}\,\alpha - x.\,\text{Cos.}\,\gamma) = 0\ldots \text{(b)}$$

und um die Axe der x

$$\Sigma.P\,(y''.\,\text{Cos.}\,\gamma - z.\,\text{Cos.}\,\beta) = 0\ldots \text{(c)}$$

Haben daher alle drei letzten Gleichungen zusammen statt, so wird sich das System um jede der drei Coordinatenaxen frei drehen können, oder, was dasselbe ist, es wird in dem Systeme keine gezwungene Drehung statt finden, das System

Digitized by Google

wird, in Beziehung auf seine Rotation, im Gleichgewic
stehn, weil die gegebenen Kräfte P. P'. P''.. in dem Syste
keine drehende Bewegung erzeugen.

Nehmen wir nun alles Vorhergehende zusammen, u
setzen wir der Kürze wegen

$$H = P.\,\mathrm{Cos.}\,\alpha + P'.\,\mathrm{Cos.}\,\alpha' + P''.\,\mathrm{Cos.}\,\alpha'' +$$
$$I = P\ \mathrm{Cos.}\,\beta + P'.\,\mathrm{Cos.}\,\beta' + P''.\,\mathrm{Cos.}\,\beta'' +$$
$$K = P\ \mathrm{Cos.}\,\gamma + P'\ \mathrm{Cos.}\,\gamma' + P''\ \mathrm{Cos.}\,\gamma'' +$$
$$L = P\ (x\,\mathrm{Cos.}\,\beta - y\,\mathrm{Cos.}\,\alpha) + P'(x'.\,\mathrm{Cos.}\,\beta' - y'\mathrm{Cos.}\,\alpha') +$$
$$M = P\ (z\,\mathrm{Cos.}\,\alpha - x\,\mathrm{Cos.}\,\gamma) + P'\,(z'\,\mathrm{Cos.}\,\alpha' - x'.\,\mathrm{Cos.}\,\gamma') +$$
$$N = P\ (y\,\mathrm{Cos.}\,\gamma - z\,\mathrm{Cos.}\,\beta) + P'\,(y'\,\mathrm{Cos.}\,\gamma' - z'\,\mathrm{Cos.}\,\beta') +$$

Dieses vorausgesetzt hat man bei einem durch keine ä
fseren Bedingungen beschränkten Systeme für das Gleichg
wicht der fortschreitenden Bewegung

$$\left.\begin{aligned} H &= 0 \\ I &= 0 \\ K &= 0 \end{aligned}\right\} \ldots (III)$$

die mit den Gleichungen (I) oder (III) zusammenfalle
wenn, wie hier vorausgesetzt wird, das System in seinem I
nern frei ist, oder wenn die Gröfsen L, L', L''..... glei
Null sind.

Für das Gleichgewicht der drehenden Bewegung aber h
man die analogen drei Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} L &= 0 \\ M &= 0 \\ N &= 0 \end{aligned}\right\} \ldots (IV)$$

I. Wenn die sämmtlichen körperlichen Puncte des Sy
stems, so wie die Richtungen aller Kräfte, zwar unter sic
verschieden, aber doch in einer und derselben Ebene sin
so kann man für diese Ebene eine der drei Coordinatenebene
annehmen. Wählt man z. B. die Ebene der xz, so sind i
den vorhergehenden Gleichungen alle y gleich Null, alle
gleich 90° und endlich alle γ die Complemente zu 90° von ih
nen α, so dafs also dann die vorhergehenden sechs Gleichun
gen in folgende drei übergehen

$$\left.\begin{aligned} H &= 0 \\ K &= 0 \\ M &= 0 \end{aligned}\right\} \text{ oder, was dasselbe ist, } \begin{aligned} \Sigma.P.\,\mathrm{Cos.}\,\alpha &= 0 \\ \Sigma.P.\,\mathrm{Sin.}\,\alpha &= 0 \\ \Sigma.P(z\,\mathrm{Cos.}\,\alpha - x\,\mathrm{Sin.}\,\alpha) &= 0 \end{aligned}$$

Digitized by Google

II. Wenn die Richtungen aller Kräfte in einem und demselben Puncte zusammenlaufen, den man als den Anfangspunct der Coordinaten nimmt, so sind die Gröfsen x, y, z .... den Cosinus der Winkel α, β, γ .. proportionirt und man hat $\frac{x}{y} = \frac{\text{Cos.}\alpha}{\text{Cos.}\beta}$, $\frac{x}{z} = \frac{\text{Cos.}\alpha}{\text{Cos.}\gamma}$ u. s. w., so dafs man also für das Gleichgewicht eines einzelnen Punctes unter der Wirkung der Kräfte P, P', P''.... hat

$$H = 0, \quad I = 0, \quad K = 0$$

übereinstimmend mit den Gleichungen (I).

III. Sind die Richtungen aller Kräfte unter sich parallel, aber in verschiedenen Ebenen gelegen, so kann man für diese Richtung eine der drei Axen, z. B. die der z, annehmen. Dann ist $\gamma = 0$ und $\alpha = \beta = 90°$ und die drei ersten unserer Gleichungen gehen in folgende einzelne über:

$$P + P' + P'' + \ldots = 0,$$

während die drei letzten (IV) folgende zwei geben:

$$Px + P'x' + P''x'' + \ldots = 0,$$
$$Py + P'y' + P''y'' + \ldots = 0,$$

so dafs man also für parallele, in verschiedenen Ebenen liegende Kräfte, für den Fall des Gleichgewichts, die drei Gleichungen hat

$$\Sigma.P = 0, \quad \Sigma.Px = 0, \quad \Sigma.Py = 0.$$

IV. Liegen endlich die sämmtlichen, mit der Axe der z parallelen Kräfte auch noch in derselben Ebene, so kann man da für die Ebene der xz annehmen, und dann hat man $y = \gamma = 0$ und $\alpha = \beta = 90°$, also auch für das Gleichgewicht des Systems die zwei Gleichungen

$$\Sigma.P = 0, \quad \Sigma.Px = 0.$$

V. Wenn aber die gegebenen Kräfte P, P', P''.... nicht im Stande sind, das Gleichgewicht des Systems zu erzeugen, so kann es doch eine andere Kraft R geben, welche, mit jenen Kräften verbunden, das Gleichgewicht des Systems herstellt. Seyen A, B, C die Winkel, welche die Richtung dieser Kraft R mit den Axen der x, y, z bildet, und X, Y, Z die analogen Coordinaten des Angriffspunctes oder des sogenannten Mittelpunctes dieser Kraft R. Da man sonach R als die Resultante aller der Kräfte P, P', P''.. ansehen kann, so wird sie, wenn man sie in entgegengesetzter Richtung nimmt,

diesen andern Kräften das Gleichgewicht halten oder das stem wird unter der Wirkung der gegebenen Kräfte P, P′, P und der neuen Kraft — R im Gleichgewichte seyn sol Dann wird aber die erste der Gleichungen (I) in folge übergehn

$$-R\,\text{Cos.}\,A+P\,\text{Cos.}\,\alpha+P'\,\text{Cos.}\,\alpha'+\ldots\ldots=0 \text{ oder } H=R\,.\,\text{Co}$$

so dafs daher die drei Gleichungen (III) jetzt so geschrie werden können

$$\left.\begin{aligned} H-R.\,\text{Cos.}\,A&=0\\ I-R.\,\text{Cos.}\,B&=0\\ K-R.\,\text{Cos.}\,C&=0\end{aligned}\right\}\quad\ldots\,(V)$$

Ebenso wird man auch statt der Gleichungen (IV) die folgenden erhalten

$$\begin{aligned} L&=R(X\,\text{Cos.}\,B-Y\,\text{Cos.}\,A),\\ M&=R(Z\,\text{Cos.}\,A-X\,\text{Cos.}\,C),\\ N&=R(Y\,\text{Cos.}\,C-Z\,\text{Cos.}\,B),\end{aligned}$$

für welche man nach den so eben erhaltenen Gleichungen auch die drei folgenden substituiren kann

$$\left.\begin{aligned} HY-IX+L&=0\\ KX-HZ+M&=0\\ IZ-KY+N&=0\end{aligned}\right\}\quad\ldots\,(VI)$$

so dafs also diese sechs Gleichungen (V) und (VI) statt ben müssen, wenn zwischen den Kräften P, P′, P″ :... — R Gleichgewicht seyn soll.

Ob es eine solche Kraft R giebt, wird dadurch entsc den, dafs die Bedingungsgleichung statt hat

$$KL+IM+HN=0.$$

Geschieht dieser Gleichung Genüge, so hat man dann die Gröfse der gesuchten Kraft

$$R=\sqrt{H^2+I^2+K^2}$$

und für die Richtung derselben

$$\text{Cos.}\,A=\frac{\Sigma.P\,\text{Cos.}\,\alpha}{R};\quad \text{Cos.}\,B=\frac{\Sigma.P\,\text{Cos.}\,\beta}{R};\quad \text{Cos.}\,C=\frac{\Sigma.P.C}{R}$$

VI. Bisher ist das System in allen seinen Puncten oder durch keine besondern Nebenbedingungen beschränk genommen worden. Es soll nun in irgend einem seiner P fest seyn. Man kann, ohne der Allgemeinheit der Untersuc

Digitized by Google

Eintrag zu thun, voraussetzen, dafs dieser feste Punct zugleich der Anfang der Coordinaten ist. Da diese Voraussetzung alle progressive Bewegung des Systems aufhebt, so fallen für diesen Fall die drei Gleichungen (III) als überflüssig weg und das Gleichgewicht des Systems wird blofs durch die Gleichungen (IV) bedingt seyn, d. h. man wird für das Gleichgewicht des Systems die drei Gleichungen haben

$$L = 0, \quad M = 0, \quad N = 0.$$

Ueberdiefs wird der feste Punct durch die Wirkungen der gegebenen Kräfte P, P′, P″.... einen Druck R erfahren, dessen Gröfse durch den Ausdruck

$$R = \sqrt{H^2 + I^2 + K^2}$$

und dessen Richtung durch die Winkel A, B, C aus den drei Gleichungen (V) bestimmt wird.

VII. Ist das System in zwei Puncten fest, so kann es sich nur noch um die durch diese zwei Puncte gehende Axe drehen. Nimmt man diese Rotationsaxe für die Axe der z, so wird man für die Bedingung des Gleichgewichts die einzige Gleichung haben:

$$L = 0 \text{ oder } \Sigma . P(x \operatorname{Cos.} \beta - y \operatorname{Cos.} \alpha) = 0.$$

VIII. In allem Vorhergehenden sind endlich die Körper des Systems als blofse körperliche Puncte ohne Ausdehnung angenommen worden, die unter sich auf irgend eine Art verbunden oder auch ganz frei sind. Um aber dieselben Ausdrücke auch auf die Körper der Natur, von gegebener Ausdehnung und Gestalt, anwenden zu können, werden wir diese Körper als Systeme von unendlich nahe an einander liegenden körperlichen Puncten betrachten, deren jeder als ein Element der Masse des ganzen Körpers angesehn wird. Nennt man also m die Masse des ganzen Körpers und d m die Masse eines Elements desselben, so wird man, nach dem Geiste der Differentialrechnung, die bisher gebrauchten Gröfsen P, P′, P″....., welche die auf die einzelnen Puncte des Systems gerichteten Kräfte vorstellen, durch diese Elementarmassen multipliciren, so dafs P d m, P′ d m, P″ d m... die Kräfte vorstellen werden, welche das Element d m nach den Richtungen p, p′, p″.... zu bewegen suchen, und dafs daher die allgemeine Gleichung des Gleichgewichts eines dieser Elemente seyn wird

$$(P\delta p + P'\delta p' + P''\delta p'' + \ldots)\, dm = 0$$

und so fort für die übrigen Elemente. Man unterscheidet hi
wie sich zeigt, zweierlei Arten Differentialien. Die einen, du
d bezeichneten, beziehn sich blofs auf die Ausdehnung des K
pers oder auf die verschiedenen Elemente desselben. Da di
identisch mit jenen sind, welche man in der Geometrie
betrachten pflegt, so nennt man sie auch die *geometrisch*
Differentialien, während die durch δ angezeigten sich bl
auf die Räume oder auf die Wege beziehn, welche die El
mente des Körpers in jedem Augenblicke zurücklegen, u
daher auch die *mechanischen Differentialien* genannt werd

So wie nun der vorhergehende Ausdruck die Bedingu
des Gleichgewichts für jedes einzelne Element des Körp
enthält, so wird auch, nach dem Geiste der Integralrechnu
die Bedingung des Gleichgewichts des ganzen Körpers erh
ten werden, wenn man von jener Gleichung das Integral
Beziehung auf die ganze Masse des Körpers sucht. Drü
man also dieses Integral durch S aus, so wird man für d
Gleichgewicht des ganzen Körpers haben

$$S.(P.\delta p + P'.\delta p' + P''.\delta p'' + \ldots)\, dm = 0.$$

Nennt man nun wieder x, y, z die Coordinaten eines auf de
ersten Körper des Systems sich beziehenden Punctes un
X, Y, Z die mit diesen Coordinaten parallelen, auf den e
sten Körper wirkenden Kräfte; bezeichnet man ferner diese
ben Gröfsen x, y, z und X, Y, Z für den zweiten und dri
ten Körper durch einen und zwei Striche, und so fort für al
übrigen Körper des Systems, deren Massen m, m', m''..
sind, und nennt man endlich $L=0$, $L'=0$, $L''=0$ . . . d
äufsern Bedingungen, welchen diese Körper unterworfen sin
so hat man für die Bedingung des Gleichgewichts folgend
den vorhergehenden Gleichungen (III) analoge Ausdrücke:

$$S[X\,dm + \frac{1}{dx}\,\Sigma.\lambda\,dL] = 0$$

$$S[Y\,dm + \frac{1}{dy}\,\Sigma.\lambda\,dL] = 0$$

$$S[Z\,dm + \frac{1}{dz}\,\Sigma.\lambda\,dL] = 0$$

$$S[X'dm' + \frac{1}{dx'}\,\Sigma.\lambda\,dL] = 0 \text{ u. s. w.}$$

wo der Kürze wegen gesetzt worden ist

Digitized by Google

$$\frac{1}{dx}\Sigma.\lambda dL = \lambda\left(\frac{dL}{dx}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dx}\right)+\lambda''\left(\frac{dL''}{dx}\right)+\cdots$$

$$\frac{1}{dx'}\Sigma.\lambda dL = \lambda\left(\frac{dL}{dx'}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dx'}\right)+\lambda''\left(\frac{dL''}{dx''}\right)+\text{u. s. w.}$$

und diese Ausdrücke werden dann ebenso behandelt werden, wie oben von den Gleichungen (III) gesagt worden ist.

Hat man also z. B. nur einen einzigen Körper, auf welchen die Kräfte X, Y, Z nach den Richtungen der drei Coordinaten wirken, so hat man für das Gleichgewicht dieses Körpers die drei Gleichungen

$$S.Xdm = 0,\quad S.Ydm = 0,\quad S.Zdm = 0.$$

Soll aber der Körper auf einer krummen Fläche, deren Gleichung $L = 0$ ist, unter der Einwirkung der vorigen Kräfte im Gleichgewichte bleiben, so hat man

$$S.\left[Xdm+\lambda\left(\frac{dL}{dx}\right)\right] = 0,$$

$$S.\left[Ydm+\lambda\left(\frac{dL}{dy}\right)\right] = 0,$$

$$S.\left[Zdm+\lambda\left(\frac{dL}{dz}\right)\right] = 0.$$

Soll endlich derselbe Körper auf der krummen Linie, deren Gleichungen $L=0$ und $L'=0$ sind, im Gleichgewichte bleiben, so hat man

$$S.\left[Xdm+\lambda\left(\frac{dL}{dx}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dx}\right)\right]=0,$$

$$S.\left[Ydm+\lambda\left(\frac{dL}{dy}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dy}\right)\right]=0,$$

$$S.\left[Zdm+\lambda\left(\frac{dL}{dz}\right)+\lambda'\left(\frac{dL'}{dz}\right)\right]=0,$$

und so fort in allen ähnlichen Fällen. Wenn diese Gleichungen statt haben, so wird der Körper oder das System der Körper, in Beziehung auf seine fortschreitende Bewegung im Raume, im Gleichgewichte seyn. Um dann noch auszudrücken, dafs der Körper auch in Beziehung auf seine drehende Bewegung im Gleichgewichte ist, wird man den vorigen Ausdrücken noch die drei Gleichungen (a), (b), (c) hinzufügen.

Digitized by Google

Da man nämlich hat $X = P\,\mathrm{Cos}.\alpha$, $Y = P\,\mathrm{Cos}.\beta$, $Z = P\,\mathrm{Cos}.\gamma$, und da man, wie bereits erwähnt, bei einem Körper von gegebener Gestalt statt X, Y, Z die Gröfsen Xdm, Ydm, Zdm substituiren mufs, so werden diese Gleichungen des Gleichgewichts für die drehende Bewegung des Körpers die folgenden seyn:

$$S.[Xy - Yx]\,dm = 0,$$
$$S.[Zx - Xz]\,dm = 0,$$
$$S.[Yz - Zy]\,dm = 0.$$

Das Vorhergehende enthält die vorzüglichsten allgemeinen Theoreme der Statik. Die weitere Ausführung und Anwendung derselben auf besondere Fälle würde für diesen Ort nicht geeignet seyn.

IV. Grundzüge der Dynamik.

A. Gleichungen der fortschreitenden Bewegung.

Ehe wir diese Gleichungen mittheilen, wird es angemessen seyn, einige allgemeine Bemerkungen vorauszuschicken.

Wir wollen im Folgenden den von einem körperlichen Puncte in der Zeit t durchlaufenen Raum durch s, die Geschwindigkeit dieses bewegten Punctes am Ende der Zeit t durch v, die Masse dieses körperlichen Punctes durch m und endlich die Kraft, welche auf den Punct wirkt, durch P bezeichnen. Die Zeit wollen wir, der allgemeinen Annahme gemäfs, als gleichförmig fortgehend betrachten, also ihr erstes Differential dt constant und daher auch alle höhere Differentialien derselben gleich Null voraussetzen.

Zwischen diesen Gröfsen haben wir bereits oben die Gleichungen (B) und (C) erhalten, nämlich

$$v = \frac{ds}{dt} \ldots (B)$$

und

$$P = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2} \ldots (C),$$

so dafs demnach die Geschwindigkeit v gleich dem ersten und die Kraft P gleich dem zweiten Differential des Raumes in Beziehung auf die Zeit ist.

Digitized by Google

Dieses vorausgesetzt, nennt man

P oder $\frac{dv}{dt}$ die beschleunigende Kraft (*force accéleratrice*),

oder denjenigen Theil der immer thätigen, auf den körperlichen Punct ununterbrochen wirkenden Kraft, der in diesem Puncte während der unendlich kleinen Zeit d t die unendlich kleine Geschwindigkeit d v erzeugt. Ebenso heifst

d v oder P d t der Zuwachs der Geschwindigkeit (*l'accroissement de la vitesse*) des bewegten Punctes während der Zeit d t;

die Gröfse m P aber oder m . $\frac{dv}{dt}$ heifst die bewegende Kraft (*force motrice*) und endlich

m d v oder m . P d t die Gröfse der Bewegung (*quantité de mouvement*) des körperlichen Punctes, dessen Masse m und dessen Geschwindigkeitszuwachs d v in der Zeit d t ist.

Die *beschleunigende Kraft* P ist daher nichts anderes, als die bewegende Kraft, auf die Einheit der Masse, auf das Element eines Körpers bezogen. Die Gröfse P ist nämlich die auf jedes einzelne Element des Körpers und die Gröfse m P ist die auf die ganze Masse des Körpers wirkende, d. h. die den Körper *bewegende Kraft*.

Die bewegende Kraft wird zum *Druck*, wenn die bewegte Masse sich auf eine Ebene stützt, welche auf die Richtung ihrer Bewegung senkrecht ist. Bewegende Kraft und Druck sind daher nur darin unterschieden, dafs die unendlich kleinen Geschwindigkeiten, die der Druck in jedem Augenblicke d t hervorzubringen strebt, durch den Widerstand der Unterlage sogleich aufgehoben werden, während im Gegentheile diejenigen unendlich kleinen Geschwindigkeiten, die von der bewegenden Kraft in jedem Zeittheilchen d t hervorgebracht werden, sich in der That in dem Körper anhäufen und dadurch demselben, während einer endlichen Zeit t, auch eine endliche Geschwindigkeit v ertheilen. Das *Gewicht* eines der anziehenden Kraft der Erde ausgesetzten Körpers ist der Druck, welchen dieser Körper gegen seine horizontale Unterlage ausübt, und dieses Gewicht ist daher auch zugleich die *bewegende Kraft;* die Schwere aber, welche diesen Druck in je-

Digitized by Google

dem Elemente des Körpers erzeugt, ist die *accelerirende* Kraft des Körpers.

Ist also P die accelerirende Kraft, welche auf irgend einen Punct eines Systems wirkt, so würde durch diese Kraft der Punct, wenn er ganz frei sich bewegen kann, während der unendlich kleinen Zeit dt eine Vermehrung seiner Geschwindigkeit gleich Pdt erhalten. Allein vermöge der Verbindungen dieses Punctes mit den andern Puncten des Systems (durch Stangen, Fäden oder auch durch die bloſse Anziehung dieser Puncte unter einander) wird jener erste Punct während der Zeit dt einen ganz andern Zuwachs seiner Geschwindigkeit erhalten, den wir einstweilen durch dv bezeichnen wollen.

Es ist also Pdt der Zuwachs der Geschwindigkeit des freien und dv die in der That statt habende Geschwindigkeit des durch äuſsere Hindernisse gehemmten Punctes des Systems, also ist auch Pdt — dv als eine verloren gegangene Geschwindigkeit zu betrachten.

So wie aber, nach der oben angeführten Gleichung $P = \frac{dv}{dt}$, allgemein der unendlich kleine Zuwachs der Geschwindigkeit dv, durch das Element dt der Zeit dividirt, die accelerirende Kraft bezeichnet, so wird also auch die unendlich kleine verlorne Geschwindigkeit Pdt — dv durch das Element der Zeit dividirt oder so wird auch die Gröſse $P - \frac{dv}{dt}$ die accelerirende Kraft bezeichnen, welche diese Geschwindigkeit zu erzeugen im Stande ist, und da, nach dem Vorhergehenden, die bewegende Kraft, die auf einen Körper wirkt, dessen Masse = m ist, gleich dem Producte dieser Masse in die accelerirende Kraft ist, so wird endlich auch $m\left(P - \frac{dv}{dt}\right)$ diejenige bewegende Kraft bezeichnen, die auf den ersten Körper des Systems wirkt, und welche, vermöge der äuſseren Bedingungen, denen das System unterworfen seyn soll, verloren gegangen ist.

Ebenso wird man für die verlorene bewegende Kraft der auf den zweiten Körper des Systems wirkenden Kraft haben $m'\left(P' - \frac{dv'}{dt}\right)$, und für den dritten Körper $m''\left(P'' - \frac{dv''}{dt}\right)$ und so fort für alle übrigen.

Digitized by Google

Da aber das System, wenn blofs diese verlornen Kräfte auf dasselbe einwirken sollten, nothwendig im Gleichgewichte bleiben müfste, so wird man nach der oben angeführten allgemeinen Gleichung (A) für das Gleichgewicht des unter der Einwirkung dieser verlornen Kräfte stehenden Systems haben

$$\left(P-\frac{dv}{dt}\right)m\delta p+\left(P'-\frac{dv'}{dt}\right)m'\delta p'+\left(P''-\frac{dv''}{dt}\right)m''\delta p''+..=0,$$

wo wieder p, p', p'' ..... die Richtungen der Kräfte P, P', P''.. bezeichnen.

Dieses vorausgesetzt läfst sich nun für den ersten Körper, dessen Masse m ist, die auf ihn wirkende Kraft in drei andere X, Y, Z nach den Richtungen von drei unter sich senkrechten Coordinaten zerlegen. Sind dann α, β, γ die Winkel, welche die Richtung p dieser Kraft P mit den Axen der x, y, z bildet, so hat man, wie oben,

$$\delta p=\delta x\,\mathrm{Cos.}\,\alpha+\delta y\,\mathrm{Cos.}\,\beta+\delta z\,\mathrm{Cos.}\,\gamma,$$

also auch

$$P\delta p=\delta x.P\,\mathrm{Cos.}\,\alpha+\delta y.P\,\mathrm{Cos.}\,\beta+\delta z.P\,\mathrm{Cos.}\,\gamma,$$

oder, da

$$P\,\mathrm{Cos.}\,\alpha=X,\quad P\,\mathrm{Cos.}\,\beta=Y,\quad P\,\mathrm{Cos.}\,\gamma=Z\text{ ist},$$

$$P\delta p=X\delta x+Y\delta y+Z\delta z.$$

Weiter hat man nach dem Vorhergehenden die allgemeine Gleichung $v=\frac{ds}{dt}$, also auch, da dt constant ist, $dv=\frac{d^2s}{dt}$ und daher

$$dv\delta p=\frac{d^2s}{dt}(\delta x\,\mathrm{Cos.}\,\alpha+\delta y\,\mathrm{Cos.}\,\beta+\delta z\,\mathrm{Cos.}\,\gamma).$$

Es ist aber $dx=ds\,\mathrm{Cos.}\,\alpha$; $dy=ds\,\mathrm{Cos.}\,\beta$; $dz=ds\,\mathrm{Cos.}\,\gamma$, also auch, da α, β, γ constante Gröfsen sind,

$$d^2x=d^2s\,\mathrm{Cos.}\,\alpha;\quad d^2y=d^2s\,\mathrm{Cos.}\,\beta;\quad d^2z=d^2s\,\mathrm{Cos.}\,\gamma,$$

so dafs man daher hat

$$dv\delta p=\frac{d^2x}{dt}.\delta x+\frac{d^2y}{dt}.\delta y+\frac{d^2z}{dt}.\delta z.$$

Nimmt man diese beiden Ausdrücke $P\delta p$ und $dv\delta p$ zusammen, so erhält man für das erste Glied der vorhergehenden Gleichung des Gleichgewichts

Digitized by Google

$$\left(P-\frac{dv}{dt}\right)m\delta p=m\left(X-\frac{d^2x}{dt^2}\right)\delta x+m\left(Y-\frac{d^2y}{dt^2}\right)\delta y$$
$$+m\left(Z-\frac{d^2z}{dt^2}\right)\delta z$$

und ebenso wird man für das zweite Glied dieser Gleichung erhalten

$$\left(P'-\frac{dv'}{dt}\right)m'\delta p'=m'\left(X'-\frac{d^2x'}{dt^2}\right)\delta x'+m'\left(Y'-\frac{d^2y'}{dt^2}\right)\delta y'$$
$$+m'\left(Z-\frac{d^2z'}{dt^2}\right)\delta z',$$

und so fort für alle folgende Glieder, so dafs man daher, wenn man die Summe derselben nimmt, für die allgemeine Gleichung des Gleichgewichts erhält

$$\Sigma m\left(X-\frac{d^2x}{dt^2}\right)\delta x+\Sigma m\left(Y-\frac{d^2y}{dt^2}\right)\delta y$$
$$+\Sigma m\left(Z-\frac{d^2z}{dt^2}\right)\delta z=0\ ..\ (VII),$$

wo das Zeichen Σ sich auf alle Körper des Systems erstreckt, deren Massen m, m', m''..... sind, so dafs man z. B. hat

$$\Sigma m\left(X-\frac{d^2x}{dt^2}\right)\delta x=m\left(X-\frac{d^2x}{dt^2}\right)\delta x+m'\left(X'-\frac{d^2x'}{dt^2}\right)\delta x'$$
$$+m''\left(X''-\frac{d^2x''}{dt^2}\right)\delta x''+..\text{ u. s. w.}$$

Da nun die Gröfsen δx, $\delta x'$, $\delta x''$.. und ebenso δy, δz.. von einander im Allgemeinen unabhängig sind, so wird man die Factoren dieser Gröfsen in der Gleichung (VII) jeden für sich gleich Null setzen und dadurch für jeden Körper des Systems drei Gleichungen erhalten.

Da aber die Gröfse dv, der Voraussetzung gemäfs, die in der That statt habende Zunahme der Geschwindigkeit des ersten Körpers während der Zeit dt ist, nämlich diejenige Zunahme, welche den gegebenen Beschränkungen der Bewegung dieses Körpers oder den Nebenbedingungen der Aufgabe entspricht, so werden auch die von dv abhängigen oder aus dv abgeleiteten Gröfsen d^2x, d^2y, d^2z die in der That statt habenden Zunahmen des Weges seyn, welchen der Körper, unter der Wirkung der auf ihn wirkenden Kräfte und der

Digitized by Google

aus den Bedingungen seiner Bewegung folgenden Beschränkungen, nach den drei Richtungen der x, y und z zurücklegt.

Kann man daher auf irgend eine Art durch Integralrechnung dahin gelangen, aus der gegebenen Gleichung, die in Beziehung auf x, y und z für den ersten Körper eine Differentialrechnung der zweiten Ordnung oder eigentlich drei solcher Differentialgleichungen gleichgeltend ist, die ihr entsprechenden drei Differentialgleichungen der ersten Ordnung abzuleiten, oder die Werthe von dx, dy und dz in Functionen der Zeit t zu finden, so erhält man dadurch auch den Werth von

$$\sqrt{\frac{dx^2+dy^2+dz^2}{dt^2}} \text{ oder von } \frac{ds}{dt}$$

als Function von t, das heifst, man wird die *Geschwindigkeit* $v=\frac{ds}{dt}$ des Körpers in seiner Bahn für jede Zeit t angeben können.

Integrirt man dann diese drei Differentialgleichungen der ersten Ordnung noch einmal, so erhält man drei andere endliche Gleichungen, welche die Werthe von x, y und z, das heifst, welche den *Ort* des Körpers in seiner Bahn für jede Zeit t angeben. Eliminirt man endlich aus den letzten drei endlichen Gleichungen zwischen x, y, z und t diese letzte Gröfse oder die Zeit t, so erhält man zwei andere endliche Gleichungen blofs zwischen x, y und z, welche daher die Gleichungen der *Bahn* sind, in welcher der Körper während seiner Bewegung einhergeht.

Dasselbe wird auch von jedem der übrigen Körper des Systems gelten.

Bisher sind die Nebenbedingungen der Aufgabe in der Gleichung (VII) noch nicht ausdrücklich angezeigt worden. Nehmen wir nun an, dafs diese Bedingungen durch die Gleichungen ausgedrückt werden

$$L=0,\quad L'=0,\quad L''=0\ldots,$$

wo L, L', L''.... Functionen von x, y, z, x'..... bezeichnen, so wird das Differential der ersten dieser Gleichungen die Form haben

$$dL=\left(\frac{dL}{dx}\right)\delta x+\left(\frac{dL}{dy}\right)\delta y+\left(\frac{dL}{dz}\right)\delta z+\left(\frac{dL}{dx'}\right)\delta x'+\ldots=0$$

und ebenso für die folgenden dL', dL'' u. s. w. Fügt man

Digitized by Google

dann, ganz nach dem oben in der Statik gezeigten Verfahren, der Gleichung (VII) noch den Ausdruck

$$\lambda dL + \lambda' dL' + \lambda'' dL'' + \ldots.$$

hinzu, und da jetzt, wo die Rücksicht auf die Nebenbedingungen der Aufgabe bereits genommen ist, die Gröfsen δx, δy, δz, so wie $\delta x'$, $\delta x''$..... alle von einander ganz unabhängig sind, so wird man für die gesuchten Gleichungen der Bewegung des Systems erhalten

$$\left.\begin{aligned} m\frac{d^2x}{dt^2} &= mX + \frac{1}{dx}\Sigma.\lambda dL = 0 \\ m\frac{d^2y}{dt^2} &= mY + \frac{1}{dy}\Sigma.\lambda dL = 0 \\ m\frac{d^2z}{dt^2} &= mZ + \frac{1}{dz}\Sigma.\lambda dL = 0 \\ m'\frac{d^2x'}{dt'^2} &= m'X' + \frac{1}{dx'}\Sigma.\lambda dL = 0 \text{ u. s. w.} \end{aligned}\right\} \ldots \text{(VIII)}$$

wo wieder

$$\Sigma.\lambda dL = \lambda dL + \lambda' dL' + \lambda'' dL'' + \ldots,$$

also auch

$$\frac{1}{dx}\Sigma\lambda dL = \lambda\left(\frac{dL}{dx}\right) + \lambda'\left(\frac{dL'}{dx}\right) + \lambda''\left(\frac{dL''}{dx}\right) + \ldots.$$

$$\frac{1}{dx'}\Sigma\lambda dL = \lambda\left(\frac{dL}{dx'}\right) + \lambda'\left(\frac{dL'}{dx'}\right) + L''\left(\frac{dL''}{dx'}\right) + \text{u. s. w.}$$

Diese mit den Gleichungen (III) analogen Ausdrücke werden ganz ebenso behandelt, wie oben von den Gleichungen (III) selbst gesagt worden ist.

Das Vorhergehende bezieht sich, wie man sieht, blofs auf die *progressive* Bewegung der Körper. So wie aber die dynamischen Gleichungen (VIII) aus den analogen statischen entstanden sind, indem man den letzten noch die Gröfsen

$$-\Sigma m\frac{d^2x}{dt^2}, -\Sigma m\frac{d^2y}{dt^2}, -\Sigma m\frac{d^2z}{dt^2}$$

hinzufügte, so wird man auch die Gleichungen für die *drehende* Bewegung der Körper erhalten, wenn man in den Gleichungen (a), (b), (c), welche die Bedingungen des Gleichgewichts in Beziehung auf die drehende Bewegung enthalten, ebenfalls statt X, Y, Z die Gröfsen

Digitized by Google

$$X - \frac{d^2x}{dt^2},\ Y - \frac{d^2y}{dt^2},\ Z - \frac{d^2z}{dt^2},$$

und statt des Summenzeichens Σ das Integrationszeichen S setzt, und endlich alle Glieder der Gleichung durch das Differential der Masse m des Körpers multiplicirt, so dafs man daher für die Gleichungen, welche die rotirende Bewegung des Körpers bestimmen, folgende Ausdrücke erhält:

$$\left.\begin{aligned} S\left(\frac{x\,d^2y - y\,d^2x}{dt^2}\right) dm &= S(Yx - Xy)\,dm \\ S\left(\frac{z\,d^2x - x\,d^2z}{dt^2}\right) dm &= S(Xz - Zx)\,dm \\ S\left(\frac{y\,d^2z - z\,d^2y}{dt^2}\right) dm &= S(Zy - Yz)\,dm \end{aligned}\right\} \ldots (IX)$$

Die Gleichungen (VIII) und (IX) sind die allgemeinsten, welche man über die Bewegung der Körper aufgestellt hat, und sie enthalten im Grunde die Auflösung aller Aufgaben, die in der Dynamik fester Körper vorkommen. Ihre Entwickelungen für besondere Fälle können hier keinen Ort finden, so wenig, als die Ueberwindung der Schwierigkeiten, welche die Integrationen dieser Gleichungen dargeboten haben, und die auch bisher grofsentheils für den gegenwärtigen Zustand unserer Analysis für unüberwindlich gehalten werden müssen. Darin liegt einer der wichtigsten Beweggründe, warum alle diejenigen, welche die Kraft dazu in sich fühlen, zur Vervollkommnung dieser Analysis beitragen sollen. Hier wird es zur Vervollständigung des vorhergehenden Abrisses der Statik sowohl, als auch der Dynamik, hinreichen, noch einige allgemeine Bemerkungen über die Probleme, die man in beiden Wissenschaften aufstellen kann, nachzutragen und dadurch eine nähere Darstellung und Uebersicht des Inhalts derselben zur Kenntnifs der Leser zu bringen. Die Statik und Dynamik der flüssigen Körper ist hier ganz übergangen worden, weil diese beiden Gegenstände schon früher, in der ersten Abtheilung des fünften Bandes dieses Werkes, unter den Art. *Hydrodynamik* und *Hydrostatik* behandelt worden sind.

Digitized by Google

V. Allgemeine Bemerkungen zur Statik.

A. Eine der interessantesten Aufgaben der Statik ist durch welche das Gleichgewicht eines *Hebels* gesucht v dieses Wort in der allgemeinsten Bedeutung genommen. D man sich z. B. ein Gitter aus mehrern unter einander in len Richtungen verbundenen Stangen bestehend, an welc Stangen in verschiedenen Puncten derselben gegebene Kö befestigt sind, auf welche Körper bestimmte Kräfte nach eb falls bestimmten Richtungen wirken, so heifst dieses ga System von Körpern ein *Hebel der allgemeinsten Art* und Aufgabe besteht nun darin, die Bedingungen zu finden, u welchen dieser Hebel mit allen seinen Körpern und den sie wirkenden Kräften im Gleichgewichte stehen wird. D die im fünften Bande dieses Werks unter dem Artikel „*Heb* aufgestellte Vorrichtung nur den einfachsten von allen *hier* gleich betrachteten Fällen behandelt, ist für sich klar.

Bezeichnen wir die unter sich senkrechten Coordinaten ersten dieser körperlichen Puncte, aus welchen der Hebel b stehn soll, durch x, y, z und reduciren wir alle die gegeb nen Kräfte P, P′ P″ ....., welche auf diesen Punct nach g gebenen Richtungen wirken sollen, auf drei andere, jen Coordinaten parallele Kräfte, die wir durch X, Y, Z bezeic nen wollen. Für den zweiten und dritten und vierten Kö per dieses Systems wollen wir dieselben sechs Gröfsen x, y und X, Y, Z mit einem, mit zwei und endlich mit d Strichen bezeichnen. Man wird bald sehn, dafs die Betrac tung von mehr als vier Körpern ganz überflüssig ist, w man die hier für vier Körper erhaltenen Ausdrücke, ih Symmetrie wegen, sofort und ohne Rechnung auch auf je willkürliche Anzahl von Körpern fortsetzen kann.

Sey demnach a die Distanz des 1sten Körpers von dem 2ten

a'	2.	–	–	–	3.
a''	1.	–	–	–	3.
a'''	1.	–	–	–	4.
a^{IV}	2.	–	–	–	4.
a^{V}	3.	–	–	–	4.

so dafs man hat

$$a^2=(x'-x)^2+(y'-y)^2+(z'-z)^2$$
$$a'^2=(x''-x')^2+(y''-y')^2+(z''-z')^2$$
$$a''^2=(x''-x)^2+(y''-y)^2+(z''-z)^2 \text{ u.s.w.}$$

und daher auch

$$\begin{aligned} a\,da &= (x'-x)\,(dx'-dx) \\ &+ (y'-y)\,(dy'-dy) \\ &+ (z'-z)\,(dz'-dz) \end{aligned}$$

und so fort für alle übrigen Gröfsen $a'da'$, $a''da''$.....

Nimmt man, wie wir hier voraussetzen, die Distanzen aller dieser Körper unter sich als unveränderlich an, so werden ihre Variationen da, da', da''.... sämmtlich gleich Null seyn. Diese Gröfsen da, da', da''..... vertreten hier die Stelle der oben erwähnten Bedingungsgleichungen $dL=0$, $dL'=0$, $dL''=0$...., so dafs man daher nach der Gleichung (I) oder (III) für das Gleichgewicht des ganzen Systems den Ausdruck erhält

$$\begin{aligned} 0 = &X\,dx + Y\,dy + Z\,dz + \lambda\,da + \lambda'\,da' \\ &+ X'\,dx' + Y'\,dz' + Z'\,dz' + \lambda''\,da'' + \lambda'''\,da''' \\ &+ X''\,dx'' + Y''\,dy'' + Z''\,dz'' + \lambda^{iv}da^{iv} + \lambda^{v}\,da^{v}, \\ &+ X'''\,dx''' + Y'''\,dy''' + Z'''\,dz''' \end{aligned}$$

wo λ, λ', λ''.... unbestimmte Factoren bezeichnen. Substituirt man in diesem Ausdrucke für da, da'.... die oben angezeigten Werthe, so werden alle Glieder desselben in eine von den zwölf Gröfsen dx, dy, dz, dx'..... multiplicirt erscheinen, und da diese Gröfsen unter sich unabhängig sind, so werden die Factoren derselben jeder für sich gleich Null seyn. Man erhält demnach folgende zwölf Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} X-\frac{\lambda}{a}(x'-x)-\frac{\lambda''}{a''}(x''-x)-\frac{\lambda'''}{a'''}(x'''-x) &= 0 \\ X'-\frac{\lambda}{a}(x-x')-\frac{\lambda'}{a'}(x''-x')-\frac{\lambda^{iv}}{a^{iv}}(x'''-x') &= 0 \\ X''-\frac{\lambda'}{a'}(x'-x'')-\frac{\lambda''}{a''}(x-x'')-\frac{\lambda^{v}}{a^{v}}(x'''-x'') &= 0 \\ X'''-\frac{\lambda'''}{a'''}(x-x''')-\frac{\lambda^{iv}}{a^{iv}}(x'-x''')-\frac{\lambda^{v}}{a^{v}}(x''-x''') &= 0 \end{aligned}\right\}$$

mit den acht andern analogen, die man erhält, wenn man in den vier gegebenen die Gröfsen X und x in Y und y oder in Z und z verwandelt.

Digitized by Google

Wenn man aus diesen zwölf Gleichungen die sechs bestimmten Gröfsen $\lambda, \lambda' .. \lambda^{v}$ eliminirt, so erhält man, einigen einfachen Reductionen, folgende sechs Ausdrücke:

$$X + X' + X'' + X''' = 0$$

und

$$(Xy - Yx) + (X'y' - Y'x') + (X''y'' - Y''x'') + (X'''y''' - Y'''x''') =$$

mit den vier andern, die man erhält, wenn man in der sten der vorhergehenden beiden die Gröfse X in Y oder in und wenn man in der zweiten Y und y in Z und z, wenn man X, Y, x und y in Y, Z, y und z verwand Schreibt man nämlich die beiden vorhergehenden Gleichun auf die bekannte abkürzende Weise so:

$$\Sigma X = 0$$

und

$$\Sigma(Xy - Yx) = 0,$$

so hat man als Endresultat jener Elimination die folgend sechs Gleichungen:

$$\Sigma X = 0,$$
$$\Sigma Y = 0,$$
$$\Sigma Z = 0,$$
$$\Sigma(Xy - Yx) = 0,$$
$$\Sigma(Xz - Zx) = 0,$$
$$\Sigma(Yz - Zy) = 0,$$

und man sieht schon aus der Form dieser Ausdrücke, dafs si sich nicht blofs auf vier, sondern auf eine ganz willkürlich Anzahl von körperlichen Puncten erstrecken.

Diese sechs Gleichungen sind aber ganz dieselben, welch wir oben, zu Ende der Statik, in derselben Ordnung durc H, I, K und durch L, M, N bezeichnet haben. Wir hät ten sie daher auch hier als bereits bekannt voraussetzen kön nen, aber es schien interessant, sie auch noch auf diesem seh einfachen Wege abzuleiten.

Verbindet man die sechs letzten Gleichungen mit den sechs ersten, welche die Distanzen a, a', a'' ..... der körper lichen Puncte angeben, so hat man 12 Gleichungen, aus wel chen man die 12 unbekannten Gröfsen x, y, z, x', y', z' u. s. w. bestimmen kann, und durch die letzten 12 Gröfsen sind die Orte der vier Körper gegeben, welche sie für den Fall des Gleichgewichtes einnehmen müssen.

Digitized by Google

Sollten aber die gegebenen Kräfte P, P'.... nicht im Stande seyn, das System im Gleichgewichte zu erhalten, so kann doch der Fall eintreten, dafs alle diese Kräfte auf eine einzige mittlere Kraft zurückgebracht werden können, und dieses wird geschehn, wenn man, nach dem Vorhergehenden, die Gleichung hat

$$KL + IM + HN = 0.$$

Heifst dann R diese mittlere Kraft und sind A, B, C die Winkel ihrer Richtung mit den Axen der x, y, z, so hat man (wie oben)

$$R = \sqrt{H^2 + I^2 + K^2}$$

und

$$\text{Cos. A} = \frac{H}{R}, \quad \text{Cos. B} = \frac{I}{R}, \quad \text{Cos. C} = \frac{K}{R}.$$

Ist ein Punct des Systems fest, so kann man dafür den ersten Punct annehmen und ihn zugleich in den Anfang der Coordinaten legen. Dadurch verschwinden die Gröfsen x, y, z und die Bedingungen des Gleichgewichts reduciren sich auf folgende drei Gleichungen:

$$L = 0, \quad M = 0, \quad N = 0.$$

Sind zwei Puncte des Systems fest, so kann man dafür die beiden ersten körperlichen Puncte annehmen und ihre Distanz zugleich in die Axe der z legen. Dann reduciren sich alle 6 vorhergehenden Bedingungen des Gleichgewichts auf die einzige Gleichung

$$L = 0.$$

Soll ein Punct des Systems gezwungen seyn, auf der Ebene der x, y zu bleiben, so hat man für das Gleichgewicht die 5 Gleichungen

$$H = 0, \; I = 0,$$
$$L = 0, \quad M = 0, \quad N = 0.$$

Sollen zwei Puncte des Systems auf der Ebene der x, y bleiben, so hat man für das Gleichgewicht die 4 Gleichungen:

$$H = 0, \quad I = 0,$$
$$L = 0, \; N = 0.$$

Soll endlich das System mit drei oder auch mit mehrern Puncten auf der Ebene der x, y bleiben, so hat man für das Gleichgewicht die 3 Gleichungen

$$H = 0, \quad I = 0, \quad L = 0.$$

Alle diese verschiedenen Fälle lassen sich wieder je den Richtungen, welche die Kräfte unter sich bilden, in terabtheilungen bringen. Wir wollen nur einige ders kurz anzeigen.

Wenn erstens die körperlichen Puncte des Systems kürlich im Raume vertheilt sind, alle Richtungen der d wirkenden Kräfte aber in Ebenen liegen, die der coordin Ebene der x, z parallel sind, so sind in dem Vorhergehe alle β gleich 90° und alle γ gleich $90° - \alpha$, so dafs man für ein ganz freies System unter der Einwirkung so Kräfte für das Gleichgewicht die folgenden 5 Gleichu hat

$$\Sigma P \operatorname{Cos.}\alpha = 0, \quad \Sigma P y \operatorname{Cos.}\alpha = 0,$$
$$\Sigma P \operatorname{Sin.}\alpha = 0, \quad \Sigma P y \operatorname{Sin.}\alpha = 0,$$

und

$$\Sigma P (z \operatorname{Cos.}\alpha - x \operatorname{Sin.}\alpha) = 0,$$

wo, wie oben, $X = P \operatorname{Cos.}\alpha$, $Y = P \operatorname{Sin.}\alpha$ u. f.

Wenn aber zweitens alle körperliche Puncte in der E ne der x, y und alle Richtungen der Kräfte in Ebenen, mit x, z parallel sind, liegen, so sind alle β gleich 90°, γ gleich $90° - \alpha$ und überdiefs alle z gleich Null, so man daher, wieder für ein freies System, die 5 Gleichun hat

$$\Sigma . P \operatorname{Cos.}\alpha = 0, \quad \Sigma P x \operatorname{Sin.}\alpha = 0,$$
$$\Sigma . P \operatorname{Sin.}\alpha = 0, \quad \Sigma P y \operatorname{Sin.}\alpha = 0,$$

und

$$\Sigma P y \operatorname{Cos.}\alpha = 0.$$

Wenn drittens alle Körper und alle Richtungen der Kr in derselben Ebene, z. B. in der der x, z liegen, so sind all gleich 90°, alle γ gleich $90° - \alpha$ und alle y gleich Null, dafs man also für das Gleichgewicht nur die drei Gleichung hat

$$\Sigma . P \operatorname{Cos.}\alpha = 0,$$
$$\Sigma . P \operatorname{Sin.}\alpha = 0,$$
$$\Sigma . P (z \operatorname{Cos.}\alpha - x \operatorname{Sin.}\alpha) = 0.$$

Wenn viertens alle Körper in einer einzigen geraden L nie liegen, aber die Kräfte nach allen Richtungen im Raun zerstreut sind, so wird man blofs alle y und alle z glei Null setzen und so für das Gleichgewicht die 5 Gleichung erhalten

Digitized by Google

$$\Sigma.P\,\text{Cos.}\,\alpha=0 \quad \text{und} \quad \Sigma.P\,x\,\text{Cos.}\,\beta=0$$
$$\Sigma.P\,\text{Cos.}\,\beta=0 \qquad \Sigma.P\,x\,\text{Cos.}\,\gamma=0.$$
$$\Sigma.P\,\text{Cos.}\,\gamma=0$$

Wenn fünftens alle Körper wieder in einer einzigen geraden Linie, die Richtungen der Kräfte aber sämmtlich auf dieser geraden senkrecht stehen, so wird man alle α gleich 90° und alle γ gleich $90^\circ - \beta$ annehmen, wodurch man die 4 Gleichungen erhält

$$\Sigma.P\,\text{Cos.}\,\beta=0 \quad \text{und} \quad \Sigma.P\,x\,\text{Cos.}\,\beta=0$$
$$\Sigma.P\,\text{Sin.}\,\beta=0 \qquad \Sigma.P\,x\,\text{Sin.}\,\beta=0.$$

Wenn sechstens alle Körper in einer einzigen geraden Linie und alle Richtungen der Kräfte in einer Ebene liegen, in welcher also auch jene gerade Linie liegt, so wird man alle y und z gleich Null, alle β gleich 90° und alle $\gamma = 90^\circ - \alpha$ setzen, wodurch man für das Gleichgewicht eines solchen Hebels die drei Gleichungen erhält

$$\Sigma.P\,\text{Cos.}\,\alpha = 0$$
$$\Sigma.P\,\text{Sin.}\,\alpha = 0$$
$$\Sigma.P\,x\,\text{Sin.}\,\alpha = 0.$$

Wenn siebentens alle Körper in einer gebrochenen geraden Linie und alle Richtungen der Kräfte in einer Ebene liegen und zugleich unter sich selbst sämmtlich parallel sind, so wird man in den 6 vorhergehenden allgemeinen Gleichungen alle α, alle β und alle γ unter sich gleich annehmen. Nimmt man überdiefs, ohne der Allgemeinheit der Aufgabe Eintrag zu thun, an, dafs die Richtungen aller Kräfte mit der Axe der z parallel sind, während jene gebrochene gerade Linie ganz in der Ebene der x, y liegt, so sind alle α und alle β gleich 90° und alle γ gleich Null, so dafs man daher für das Gleichgewicht die drei Gleichungen hat

$$\Sigma.P=0, \quad \Sigma.Px=0 \text{ und } \Sigma.Py=0.$$

Wenn endlich achtens alle Körper in einer einzigen, auch gebrochenen Geraden, die aber ganz in der Ebene der x, z liegt, enthalten und auch alle Richtungen der Kräfte in derselben Ebene der x, z und unter sich parallel sind, so hat man für das Gleichgewicht blofs die zwei Gleichungen

$$\Sigma.P=0 \text{ und } \Sigma.Px=0.$$

Das Vorhergehende zeigt die Allgemeinheit des Problems, welches wir im Anfange dieses Abschnittes aufgelöst haben, und die grofse Anzahl der speciellen Fälle, welche in jener

Digitized by Google

Auflösung enthalten sind. So bezieht sich z. B. der zweite d
speciellen Fälle auf einen ebenen, in mehrern seinen Pun
mit Körpern belegten Tisch, auf welchen Kräfte nach gegeb
Richtungen wirken; ebenso bezieht sich der dritte Fall
einen gebrochenen Hebel, der vierte auf einen geradlin
Hebel in seiner allgemeinsten Bedeutung, wo nämlich die
diese Gerade wirkenden Kräfte alle mögliche Richtungen
ben können, der sechste Fall auf einen geradlinigen H
bei welchem die Richtungen der Kräfte wohl alle mögl
Winkel mit der Gerade bilden, aber doch zugleich sämm
in einer und derselben Ebene sind, und der achte Fall e
lich ist der des gewöhnlichen gebrochenen oder geradlinigen
bels, auf welchen die Schwere nach unter sich parallelen R
tungen wirkt. Man sieht z. B. aus den zwei Gleichun
dieses achten Falls, dafs, vermöge der ersten $\Sigma . P = 0$,
Summe aller auf das System wirkender Kräfte gleich
seyn mufs, wenn Gleichgewicht statt finden soll, und dafs üb
diefs, vermöge der andern Gleichung $\Sigma . Px = 0$, die S
me der Momente aller Kräfte in Beziehung auf eine
Richtungen dieser Kräfte parallele Ebene gleich Null s
mufs, wenn Gleichgewicht in der That statt haben soll,
es für diesen letzten und einfachsten Fall bereits seit lan
Zeit bekannt ist.

Jeder dieser einzelnen Fälle kann nun wieder für die
sondern Voraussetzungen untersucht werden, dafs in dem
gebenen Systeme ein oder auch zwei feste Puncte sind, o
auch, dafs die gegebenen Kräfte an sich kein Gleichgewi
erzeugen können, und dafs daher eine neue Kraft R in ih
Gröfse und Richtung zu suchen ist, welche, mit den gege
nen Kräften P, P′, P″.. verbunden, das Gleichgewicht
Systems hervorbringt, wie wir dieses oben bei der allgem
nen Auflösung des Problems ausgeführt haben und hier,
jeden speciellen Fall, der Kürze wegen nicht wiederho
wollen.

B. Es würde dem gegenwärtigen Orte nicht angemes
seyn, alle ähnlichen Probleme, so allgemein und interess
sie auch an sich selbst seyn mögen, ebenso umständlich dur
zugehn, wie dieses so eben mit der Theorie des *Hebels*,
der allgemeinsten Bedeutung des Wortes, geschehen ist.
wird daher genügen, die vorzüglichsten dieser Probleme h

Digitized by Google

nur kurz anzuzeigen und für eine weitere Auseinandersetzung derselben die Leser auf den ersten Theil der Mécanique analytique von LAGRANGE[1] zu verweisen.

Wenn in dem vorhergehenden Probleme die Fäden, welche die einzelnen Körper des Systems unter sich verbinden, nicht unveränderlich sind, wie dort vorausgesetzt worden ist, sondern wenn sie sich, wegen ihrer Elasticität, ausdehnen und zusammenziehn, so kann man nicht mehr, wie zuvor, $da=0$, $da'=0$ u. s. w. annehmen. Sind nämlich A, A', A''... die elastischen Kräfte der Fäden a, a', a''....., so wird dann die Gleichung des Gleichgewichtes, dem allgemeinen Ausdrucke (I) oder (III) zufolge, seyn

$$\begin{aligned} &X\,dx &&+Y\,dy &&+Z\,dz\\ &X'\,dx' &&+Y'\,dy' &&+Z'\,dz'\\ &X''\,dx'' &&+Y''\,dy'' &&+Z''\,dz''...\\ &+X'''\,dx''' &&+Y'''\,dy''' &&+Z'''\,dz'''\\ &+A\,da &&+A'\,da' &&+A''\,da''+..=0, \end{aligned}$$

wo man also wieder für da, da'..... ihre vorhergehenden Werthe in dx, dx'.. setzen und dann die erhaltene Gleichung zwölf andern gleich setzen wird, wie zuvor.

Wollte man etwa annehmen, dafs die Fäden a, a', a''..... wohl unveränderlich sind, dafs aber z. B. der zweite Körper *längst dem Faden*, der ihn mit dem ersten und dritten verbindet, frei hin und wieder gleiten kann, so hat man $a+a'=$ Const., also auch $da+da'=0$. Für diesen Fall wird man also in der so eben aufgestellten Gleichung des Gleichgewichts statt der Gröfse $A\,da+A'\,da'+.....$ den Ausdruck $\lambda(da+da')$ setzen.

Ist aber die Feder, welche die drei ersten Körper verbindet, an dem Orte, den der zweite Körper einnimmt, elastisch, so dafs wohl die Distanzen a und a', jede für sich, constant sind, dafs aber der Winkel dieser beiden Distanzen veränderlich ist, so wird man, wenn E die elastische Kraft und e jenen Winkel bezeichnet, in der vorhergehenden Gleichung statt der Gröfse $A\,da+A'\,da'+..$ die Gröfse $E\,de+\lambda\,da+\lambda'\,da'$ setzen.

C. Um das Gleichgewicht eines biegsamen und unaus-

1 Namentlich p. 105 bis 174 der neuen Auflage.

dehnbaren Fadens zu finden, dessen sämmtliche Puncte d gegebene Kräfte afficirt werden, hat man zuerst

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2,$$

also auch

$$S\lambda\delta ds = S\frac{\lambda dx}{ds}\delta dx + S\frac{\lambda dy}{ds}\delta dy + S\frac{\lambda dz}{ds}\delta dz.$$

Es ist aber überhaupt

$$\int u d\delta t = u\delta t - \int du\delta t,$$

also ist auch, wenn man $u = \frac{\lambda dx}{ds}$ und $t = x$ setzt,

$$S\frac{\lambda dx}{ds}\delta dx = \frac{\lambda dx}{ds}\delta x - Sd.\frac{\lambda dx}{ds}\delta x,$$

und da hier das Glied aufser dem Integralzeichen S sich bl auf den Endpunct des Fadens beziehen kann, so hat m wenn man dasselbe hier ganz aufser Betrachtung läfst, für gesuchte Gleichung des Gleichgewichts des Fadens, auf w chen blofs die Kräfte X, Y, Z wirken, nach der vorher henden Gleichung (III), wenn dm das eine Element der Ma des Fadens bezeichnet,

$$\left.\begin{aligned} Xdm - d.\frac{\lambda dx}{ds} &= 0 \\ Ydm - d.\frac{\lambda dy}{ds} &= 0 \\ Zdm - d.\frac{\lambda dz}{ds} &= 0 \end{aligned}\right\}.$$

Integrirt man diese drei Gleichungen und nennt man A, B, die Constanten dieser Integrationen, so erhält man, wenn m dann aus diesen drei Integrationen den unbestimmten Factor eliminirt,

$$(A + \int Xdm)dy = (B + \int Ydm)dx,$$
$$(A + \int Xdm)dz = (C + \int Zdm)dx,$$

und dieses sind die allgemeinsten Gleichungen der sogenan ten *Kettenlinie.*

Soll derselbe Faden unter der Einwirkung der Kräf X, Y, Z auf der Fläche, deren Gleichung $dz = pdx + qd$ ist, liegen und daselbst im Gleichgewichte bleiben, so h man auch $\delta z = p\delta x + q\delta y$ und daher, nach (III), f das Gleichgewicht den Ausdruck

Digitized by Google

$$\left(Xdm-d.\frac{\lambda dx}{ds}\right)\delta x+\left(Ydm-d.\frac{\lambda dy}{ds}\right)\delta y$$
$$+\left(Zdm-d.\frac{\lambda dz}{ds}\right)(p\delta x+q\delta y)=0.$$

Setzt man also die beiden Factoren vor δx und δy, jeden für sich, gleich Null, so hat man für das Gleichgewicht des Fadens auf der Fläche die zwei Gleichungen

$$Xdm-d.\frac{\lambda dx}{ds}+p\left(Zdm-d.\frac{\lambda dz}{ds}\right)=0$$
$$Ydm-d.\frac{\lambda dy}{ds}+q\left(Zdm-d.\frac{\lambda dz}{ds}\right)=0.$$

Auf diese Weise kann man fortgehn und zu immer höhern Problemen aufsteigen. Wir begnügen uns hier zum Schlusse dieses Gegenstandes die Gleichungen des Gleichgewichts eines Körpers von gegebener Gestalt anzuführen, auf welchen die drei Kräfte X, Y, Z nach der Richtung der drei Coordinaten x, y, z wirken und dessen Bewegung hier als frei betrachtet wird. Allein diese Gleichungen haben wir im Grunde schon oben (am Schlusse der No. III) gefunden. Bezeichnet nämlich m die Masse des ganzen Körpers, so hat man für das Gleichgewicht desselben die sechs folgenden Gleichungen:

$$SXdm=0,\quad SYdm=0,\quad SZdm=0,$$
$$S(Xy-Yx)dm=0,\quad S(Zx-Xz)dm=0,\quad S(Yz-Zy)dm=0,$$

von welchen, wie man weifs, die drei ersten der progressiven und die drei andern der rotirenden Bewegung angehören.

D. Eins der interessantesten Kapitel in der Lehre von dem Gleichgewichte der festen Körper ist die Bestimmung des *Schwerpunctes* derselben, daher wir auch für diese Untersuchung die vorzüglichsten Ausdrücke hier kurz zusammenstellen.

1) *Schwerpunct einer geraden oder krummen Linie.* Sind x, y, z die drei rechtwinkligen Coordinaten irgend eines Punctes der Linie und bezeichnet man durch X, Y, Z die analogen Coordinaten des Schwerpunctes dieser Linie, so hat man

$$X=\tfrac{1}{s}\int x\,ds,\quad Y=\tfrac{1}{s}\int y\,ds,\quad Z=\tfrac{1}{s}\int z\,ds,$$

wo $ds=\sqrt{dx^2+dy^2+dz^2}$ das Element dieser Linie und

daher s das Integral dieses Elements bezeichnet. Für e
Curven kann man z gleich Null setzen.

2) *Schwerpunct der Oberflächen ebener Curven.* U
Coordinaten X, Y der ebenen Fläche zu finden, die vo
ner Curve, deren Gleichung zwischen x und y gegeben
und von zwei bestimmten Coordinaten dieser Curve e
schlossen ist, hat man

$$X = \frac{\int y x \, dx}{\int y \, dx}, \quad Y = \frac{\frac{1}{2}\int y^2 \, dx}{\int y \, dx}.$$

3) *Schwerpunct der Oberfläche eines Körpers.* Wenn
Gleichung dieser Oberfläche $dz = p\,dx + q\,dy$ ist und w
man der Kürze wegen $U = dx\,dy\sqrt{1+p^2+q^2}$ setzt, so
man für die gesuchten Coordinaten des Schwerpunctes

$$X = \frac{\int\int U x}{\int\int U}, \quad Y = \frac{\int\int U y}{\int\int U}, \quad Z = \frac{\int\int U z}{\int\int U}.$$

4) Ist diese Oberfläche durch Rotation einer ebenen C
ve um die Axe der x entstanden, so liegt der Schwerp
der Fläche in dieser Axe und seine Entfernung von d
Anfangspuncte der Coordinaten ist, wenn $ds = \sqrt{dx^2 + d}$
ist,

$$X = \frac{\int y x \, ds}{\int y \, ds}.$$

5) *Schwerpunct eines Körpers.* Sind x, y, z die Co
dinaten eines willkürlichen Punctes des Körpers und X, Y,
die analogen Coordinaten des Schwerpunctes desselben, u
nennt man Δ die Dichtigkeit eines Elements der körperlich
Masse m dieses Körpers, so ist $dm = dx\,dy\,dz$ und m
hat

$$X = \frac{1}{m}\int\int\int x \, dm, \quad Y = \frac{1}{m}\int\int\int y \, dm, \quad Z = \frac{1}{m}\int\int\int z \, dm,$$

wo daher $m = \int\int\int \varrho \, dx\,dy\,dz$ und wo endlich für Kör
von homogener Masse $m = a\int\int\int dx\,dy\,dz$ oder a eine co
stante Gröfse ist.

Dieselben Gleichungen kann man auch noch auf folgen
Art ausdrücken, wodurch ihre Integration in vielen Fällen se
erleichtert wird. Nennt man r die Entfernung eines Elemen
dm des Körpers von dem Anfangspuncte der Coordinaten,
den Winkel, welchen r mit der Axe der x bildet, und en
lich β den Winkel, welchen die durch r und durch die A

Digitized by Google

der x gehende Ebene mit der Ebene der x, y macht, so hat man

$$dm = \Delta r^2 \,\mathrm{Sin.}\,\alpha . dr d\alpha d\beta$$

und

$$X = \frac{1}{m} \iiint \Delta r^3 \,\mathrm{Sin.}\,\alpha \,\mathrm{Cos.}\,\alpha \, dr d\alpha d\beta,$$

$$Y = \frac{1}{m} \iiint \Delta r^3 \,\mathrm{Sin.}^2\alpha \,\mathrm{Cos.}\,\beta \, dr d\alpha d\beta,$$

$$Z = \frac{1}{m} \iiint \Delta r^3 \,\mathrm{Sin.}^2\alpha \,\mathrm{Sin.}\,\beta \, dr d\alpha d\beta.$$

VI. Allgemeine Bemerkungen zur Dynamik.

A. Bewegung einzelner Körper.

Beinahe alle Aufgaben der Dynamik können durch die oben gegebenen Gleichungen (VIII) aufgelöst werden, daher wir uns auch im Folgenden vorzüglich auf diese Gleichungen beziehn.

1) Betrachten wir zuerst nur einen einzigen körperlichen Punct. Wenn keine stets thätigen Kräfte auf ihn wirken, sondern nur eine einen Augenblick wirksame Kraft, gleich einem momentanen Stofse, ihn nach der Richtung der x bewegt, so fallen von den Gleichungen (VIII) alle, bis auf die erste, weg, und auch diese geht in die folgende sehr einfache über

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 0,$$

deren Integrale sind $\frac{dx}{dt} = a$ und $x = at + b$. In diesem Falle wird also der Körper mit der constanten Geschwindigkeit a in der Zeit t die gerade Linie $x = at + b$ beschreiben, wie es dem Gesetze der Trägheit gemäfs ist.

2) Wird aber der Körper durch eine constante, immer thätige Kraft g, wie z. B. durch die Schwere der Erde, in der Richtung der Axe der z getrieben, so geht die erste der Gleichungen (VIII) in folgende über

$$\frac{d^2z}{dt^2}, = 2g,$$

Digitized by Google

deren Integrale sind $\frac{dz}{dt}$ oder $v = 2gt + a$ und $z = gt^2 + at$

oder der Körper legt mit der Geschwindigkeit v in der t den Raum z zurück. Die Gröfse a ist die anfängliche schwindigkeit des Körpers und b der vor dem Anfange Zeit bereits zurückgelegte Raum. Ist $a = b = 0$, so hat m

$$v = 2gt \text{ und } z = gt^2,$$

die bereits oben erwähnten Gleichungen für den freien der Körper, die GALILEI gefunden und dadurch den G zu der neuen Wissenschaft der Dynamik gelegt hat.

3) Ist aber diese nach der Richtung der z wirkende nicht constant, sondern verhält sie sich verkehrt wie das drat der Entfernung des Körpers von dem Mittelpuncte d Kraft, wie dieses in der That, bei gröfsern Entfernungen der Erde, mit der Schwere der Fall ist, so sey a die an liche und z jede andere Entfernung des Körpers von Mittelpuncte der Erde, deren Halbmesser gleich r seyn Dieses vorausgesetzt hat man, wenn wieder 2g die Schwer der Oberfläche der Erde bezeichnet,

$$2g : Z = \frac{1}{r^2} : \frac{1}{(a-z)^2} \text{ oder } Z = \frac{2gr^2}{(a-z)^2}$$

und die Gleichungen (VIII) gehen daher in die folge über

$$\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{2gr^2}{(a-z)^2},$$

deren Integrale sind $\frac{dz}{dt}$ oder $v = r\sqrt{\frac{4gz}{a(a-z)}}$ und

$$t = \frac{1}{r}\left(\frac{a}{4g}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left[\sqrt{az - z^2} + \frac{a}{2} \text{ Arc. Cos. } \frac{a-2z}{a}\right].$$

4) Soll sich aber diese nach z wirkende Kraft wie Entfernung des Körpers vom Mittelpuncte der Erde verhalt ein Fall, der bekanntlich im Innern der Erde, in tiefen Scha ten u. dgl. statt findet, so hat man nach den Gleichung (VIII)

$$\frac{d^2z}{dt^2} = \frac{2g}{r}(r - z)$$

und davon sind die Integrale

$$v = \sqrt{\frac{2g}{r}(r^2 - (r-z)^2)} \text{ und } z = r - r\,\text{Cos.}\,t\sqrt{\frac{2g}{r}}.$$

Digitized by Google

5) Nehmen wir wieder die nach z gerichtete Kraft 2g der Erde constant an und suchen wir die Bewegung des Körpers in einem widerstehenden Mittel, z. B. in der Atmosphäre. Wenn man, wie gewöhnlich, annimmt, dafs dieser Widerstand dem Quadrate der Geschwindigkeit des Körpers proportional ist, so gehn die Gleichungen (VIII) in folgende einzelne über

$$\frac{d^2z}{dt^2} = 2g - mv^2,$$

wo v die Geschwindigkeit des Körpers und m eine constante Gröfse bezeichnet. Wird diese Gleichung zweimal integrirt, so findet man die Geschwindigkeit v des Körpers für jede Zeit t durch die Gleichung

$$e^{2t\sqrt{2gm}} = \frac{\sqrt{2g}+v\sqrt{m}}{\sqrt{2g}-v\sqrt{m}},$$

wo log. nat. $e = 1$ ist, und den in der Zeit t durchlaufenen Raum z, da v bereits bekannt ist, durch die Gleichung

$$2mz + \text{Log.}\left(1 - \frac{mv^2}{2g}\right) = 0.$$

Diese Ausdrücke geben die Bewegung der im widerstehenden Mittel fallenden Körper. Wird aber der Körper in diesem Mittel senkrecht aufwärts geworfen, so hat man

$$\frac{d^2z}{dt^2} = -2g - mv^2$$

und davon sind die Integrale, wenn $v = a$ für $z = 0$ ist,

$$z = \frac{1}{2m}\,\text{Log.}\,\frac{2g + a^2m}{2g + v^2m}$$

und

$$t = \frac{1}{\sqrt{2gm}}\left[\text{Arc. Tang.}\, a\sqrt{\frac{m}{2g}} - \text{Arc. Tg.}\, v\sqrt{\frac{m}{2g}}\right].$$

6) Es bewege sich nun ein von derselben constanten Schwere 2g getriebener Körper im freien Raume, aber auf einer gegebenen schiefen Ebene.

Da der Körper auf dieser Ebene offenbar eine gerade Linie beschreiben wird, so kann man, ohne der Allgemeinheit des Problems zu schaden, die Ebene der x, z in jene gerade Linie legen. Die Gleichung einer auf der coordinirten Ebene der x, z senkrechten Ebene ist aber

$$L = ax - z = 0, \text{ also auch } \left(\frac{dL}{dx}\right) = a \text{ und } \left(\frac{dL}{dz}\right) = -1.$$

Digitized by Google

Es bleiben daher für unsern Fall von den Gleichu (VIII) nur die erste und dritte übrig, und diese werden X=0 und Z=2g ist, die Form annehmen

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \lambda a \text{ und } \frac{d^2z}{dt^2} = 2g - \lambda.$$

Eliminirt man daraus die unbestimmte Gröfse λ, so e man

$$d^2z + \frac{d^2x}{a} - 2g\,dt^2 = 0$$

und die Integrale dieser Gleichung sind, wenn Tang. α gesetzt wird,

$$\frac{dx}{dt} = gt \text{ Sin.} 2\alpha \qquad x = \tfrac{1}{2}gt^2 . \text{ Sin.} 2a$$

$$\frac{dz}{dt} = 2gt \text{ Sin.}^2\alpha \qquad z = gt^2 . \text{ Sin.}^2 a$$

$$\sqrt{\frac{dx^2+dz^2}{dt^2}} = 2gt \text{ Sin.}\alpha, \quad \sqrt{x^2+z^2} = gt^2 \text{ Sin.}\alpha .$$

Die drei ersten dieser Gleichungen geben die Geschwin keit des Körpers nach der Richtung der x, der z und nach Richtung seiner Bahn, und die drei letzten geben den in Zeit t zurückgelegten Weg in horizontaler, verticaler und der der schiefen Ebene parallelen Richtung. Endlich ist *Druck*, den die Ebene von dem Körper erleidet,

$$D = \lambda \sqrt{\left(\frac{dL}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dz}\right)^2} = \frac{\lambda}{\text{Cos. } \alpha},$$

oder da $\lambda = 2g \text{ Cos.}^2\alpha$ ist, so hat man für diesen Druck

$$D = 2g \text{ Cos.}\alpha .$$

Die vorhergehenden Ausdrücke enthalten die bekannte The der Bewegung schwerer Körper auf der schiefen Ebene.

7) Wenn ein Körper, auf welchen blofs die consta Kraft 2g der Schwere nach der Richtung der z wirkt, ü der Oberfläche der Erde gegen den Horizont schief gewor wird, so bleiben von den Gleichungen (VIII) blofs die d ersten übrig, und da $X=Y=0$, $Z=-2g$ und $\lambda=0$ so hat man

$$0 = \frac{d^2x}{dt^2}, \quad 0 = \frac{d^2y}{dt^2}, \quad 0 = \frac{d^2z}{dt^2} + 2g.$$

Die beiden ersten geben $dx = A\,dt$, $dy = B\,dt$, also au

Digitized by Google

$y = Bx$ oder die Gleichung einer geraden Linie für die Projection der gesuchten Bahn des Körpers in der horizontalen Ebene der x, y. Man kann daher $y = 0$ annehmen, wodurch man erhält

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 0 \text{ und } \frac{d^2z}{dt^2} + 2g = 0.$$

Die Integrale dieser Gleichungen sind, wenn a die anfängliche Geschwindigkeit des Körpers und α den Winkel ihrer Richtung mit der Axe der x bezeichnet,

$$\frac{dx}{dt} = a \operatorname{Cos.} \alpha \qquad x = at \operatorname{Cos.} \alpha$$

$$\frac{dz}{dt} = -2gt + a \operatorname{Sin.} \alpha, \; z = -gt^2 + at \operatorname{Sin.} \alpha$$

$$\sqrt{\frac{dx^2 + dz^2}{dt^2}} = \sqrt{a^2 - 4gz},$$

wodurch die Geschwindigkeit des Körpers und sein Ort im Raume (durch die Coordinaten x und y) für jede gegebene Zeit t ausgedrückt wird. Eliminirt man aus den beiden letzten Gleichungen die Gröfse t, so erhält man

$$z = x \operatorname{Tg.} \alpha - \frac{2gx^2}{2a^2 \operatorname{Cos.}^2 \alpha},$$

die Gleichung der *Bahn* des Körpers, die bekanntlich eine Parabel ist.

Die vorhergehenden Ausdrücke enthalten die ganze Theorie der im freien Raume über der Oberfläche der Erde schief geworfenen Körper.

8) Wird aber der Körper über der Oberfläche der Erde in widerstehenden Mittel, z. B. der Luft, geworfen, und nimmt man den Widerstand der Luft wieder dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional an, so dafs man für ihn den Ausdruck hat mv^2 oder $\frac{mds^2}{dt^2}$, wo $ds^2 = dx^2 + dy^2$ ist, so wird man statt jener beiden Grundgleichungen die zwei folgenden haben

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{mdsdx}{dt^2} = 0,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{mdsdz}{dt^2} + 2g = 0,$$

Digitized by Google

und ihre Integration, die aber mehrere Schwierigkeiten bietet, wird die gesuchten Ausdrücke geben.

9) Setzen wir nun voraus, dafs der Körper unte Wirkung der constanten, nach z gerichteten Schwere au Oberfläche einer Kugel, deren Radius r ist, zu bleibe zwungen seyn soll, da die Gleichung der Kugel ist

$$L=0=x^2+y^2+z^2-r^2,$$

so werden die drei ersten Gleichungen (VIII) in folg übergehn

$$\frac{d^2x}{dt^2}+2\lambda x=0,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2}+2\lambda y=0,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2}+2\lambda z-2g=0,$$

und für den Druck des Körpers auf die Kugel wird haben

$$D=\lambda\sqrt{\left(\frac{dL}{dx}\right)^2+\left(\frac{dL}{dy}\right)^2+\left(\frac{dL}{dz}\right)^2}=2\lambda r,$$

oder da $\lambda=\frac{3gz+A}{r^2}$ ist, $D=\frac{6gz+A}{r}$, wo A eine stante Gröfse ist.

Jene drei Gleichungen lassen sich leicht auf folgende erste Differentialgleichungen bringen

$$\left.\begin{array}{l} x\,dx+y\,dy+z\,dz=0 \\ x\,dy-y\,dx=B\,dt \\ \frac{dx^2+dy^2+dz^2}{dt^2}=A+4gz \end{array}\right\},$$

wo A und B zwei constante Gröfsen sind. Diese drei G chungen enthalten die ganze Theorie der Pendel. Sie n men eine einfachere Gestalt an, wenn man $x=r\,\mathrm{Sin.}\,\alpha\,\mathrm{Cos}$ $y=r\,\mathrm{Sin.}\,\alpha\,\mathrm{Sin.}\,\beta$ und $z=r\,\mathrm{Cos.}\,\alpha$ setzt. Dann gehn nä lich die vorhergehenden drei Gleichungen in folgende z über

$$\left.\begin{array}{l} \frac{d^2\alpha}{dt^2}-\frac{d\beta^2\,\mathrm{Sin.}\,2\alpha}{2\,dt^2}+\frac{2g}{r}\,\mathrm{Sin.}\,\alpha=0 \\ d.\left(\frac{d\beta\,\mathrm{Sin.}^2\alpha}{dt^2}\right)=0 \end{array}\right\}.$$

Digitized by Google

Ist der Faden mit der Zeit in seiner Länge veränderlich, also ausdehnbar, so werden diese zwei Gleichungen folgende Gestalt annehmen

$$\left.\begin{aligned} \mathrm{d}.\frac{r^2\,\mathrm{d}\alpha}{\mathrm{d}t^2}-\frac{r^2\,\mathrm{d}\beta^2}{2\,\mathrm{d}t^2}\,\mathrm{Sin}.2\alpha+2gr\,\mathrm{Sin}.\alpha=0 \\ \mathrm{d}.\left(\frac{r^2\,\mathrm{d}\beta\,\mathrm{Sin}.^2\alpha}{\mathrm{d}t^2}\right)=0 \end{aligned}\right\}.$$

Setzt man aber $\beta = 0$, wodurch auch $y = 0$ wird, d. h. setzt man voraus, dafs das Pendel stets in derselben verticalen Ebene schwingt, so hat man zur Bestimmung seiner Bewegung die zwei Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} x\,\mathrm{d}x+z\,\mathrm{d}z=0 \\ \frac{\mathrm{d}x^2+\mathrm{d}z^2}{\mathrm{d}t^2}=A+4gz \end{aligned}\right\}.$$

10) Wirken überhaupt auf einen Körper, welcher sich auf der gegebenen Fläche $\mathrm{d}x = p\,\mathrm{d}y + q\,\mathrm{d}z$ bewegen soll, die drei veränderlichen Kräfte X, Y, Z nach den Richtungen der drei Coordinatenaxen, so erhält man nach den Gleichungen (VIII) folgende drei Gleichungen

$$\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}-X=0,\ \frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}t^2}-Y=0,\ \frac{\mathrm{d}^2z}{\mathrm{d}t^2}-Z=0,$$

welche, wenn man sie mit der Gleichung $\mathrm{d}x = p\,\mathrm{d}y + q\,\mathrm{d}z$ verbindet, folgenden zwei Gleichungen gleichgeltend sind

$$p\left(\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}-X\right)+\frac{\mathrm{d}^2y}{\mathrm{d}t^2}-Y=0;\ q\left(\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}-X\right)+\frac{\mathrm{d}^2z}{\mathrm{d}t^2}-Z=0.$$

11) Soll aber der Körper, auf welchen blofs die veränderliche Kraft Z in der Richtung der z wirkt, sich auf einer ebenen Curve bewegen, deren Gleichung

$$\mathrm{d}L=\left(\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}x}\right)\mathrm{d}x+\left(\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}z}\right)\mathrm{d}z=0 \text{ ist,}$$

so hat man, nach den Gleichungen (VIII) folgende Ausdrücke für die Bewegung des Körpers

$$\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2}+\lambda\left(\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}x}\right)=0,$$

$$\frac{\mathrm{d}^2z}{\mathrm{d}t^2}+\lambda\left(\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}z}\right)+Z=0.$$

Digitized by Google

12) Soll der Körper, blofs in Folge eines augenbli chen Stofses, ohne Einwirkung der Schwere, sich in de ripherie eines Kreises bewegen, dessen Halbmesser r ist hat man

$$L = 0 = r^2 - x^2 - y^2$$

und die Gleichungen der Bewegung werden (nach VIII)

$$0 = \frac{d^2x}{dt^2} + 2\lambda x,$$

$$0 = \frac{d^2y}{dt^2} + 2\lambda y.$$

Die weitere Entwickelung dieser beiden Gleichungen z dafs die Geschwindigkeit des Körpers constant oder gleich und dafs, wenn die von dem Halbmesser des Kreises in Zeit t beschriebene Fläche B heifst, $A = \frac{2B}{r}$ ist. Die t, in welcher der Körper den Bogen des Kreises zurückl zu welchem die Abscisse x gehört, wird durch die Gleich gegeben

$$t = \frac{r}{A} \text{ Arc. Sin. } \frac{x}{r},$$

so dafs daher die Zeit durch die ganze Peripherie des K ses $T = \frac{2r\pi}{A}$ und der Druck des Körpers auf seine B $D = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{A^2}{r}$ ist. Dieses sind die Gleichungen, wel Huygens zuerst für die Kreisbewegung gefunden hat, v von welchen oben gesagt worden ist, dafs sie ihn so n zur Entdeckung des Gesetzes der allgemeinen Schwere gefü haben.

B. Bewegung einzelner Körper durch Centralkräfte.

Bisher wurden nur solche Kräfte betrachtet, deren Ric tungen mit einer der drei Coordinatenaxen parallel sind. A lein die meisten Kräfte der Natur sind so beschaffen, dafs s nach einem bestimmten Puncte gerichtet sind, von dem s als von einem Mittelpuncte, gleichsam strahlenartig, wie d Licht, ausgehn. Insbesondere sind diejenigen Kräfte, welc

Digitized by Google

die Körper des Himmels in Bewegung setzen, durchaus solche *Centralkräfte*, daher wir diese hier besonders betrachten müssen.

1) Wenn auf einen Körper eine veränderliche Kraft R wirkt, die nach irgend einem festen Puncte gerichtet ist, den wir für den Anfangspunct der Coordinaten annehmen, so wird man für die nach den Richtungen dieser Coordinaten zerlegte Kraft die Ausdrücke haben

$$\frac{Rx}{r}, \quad \frac{Ry}{r}, \quad \frac{Rz}{r},$$

wo $r^2 = x^2 + y^2 + z$ die Entfernung des Körpers vom Mittelpuncte der Kraft bezeichnet. Ist nun der Körper keinen andern Bedingungen, als die aus dieser Kraft entstehn, unterworfen, so werden die Gleichungen (VIII) in folgende drei übergehn:

$$0 = \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{Rx}{r}, \quad 0 = \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{Ry}{r}, 0 = \frac{d^2z}{dt^2} + \frac{Rz}{r},$$

wo demnach $X = \frac{Rx}{r}$, $Y = \frac{Ry}{r}$ und $Z = \frac{Rz}{r}$ ist.

Multiplicirt man die erste dieser drei Gleichungen durch y und die zweite durch $-x$, so giebt die Summe dieser Producte, wenn man sie integrirt,

$$x\,dy - y\,dx = c.dt$$

und ebenso erhält man

$$x\,dz - z\,dx = c'.dt,$$
$$y\,dz - z\,dy = c''.dt.$$

Multiplicirt man diese drei letzten Gleichungen nach der Ordnung durch z, $-y$ und x, so giebt die Summe dieser Producte

$$c''x - c'y + cz = 0$$

die Gleichung einer Ebene, zum Zeichen, dafs die von den Körpern beschriebene Bahn selbst eine ebene Curve seyn mufs. Man kann daher z, also auch $Z = \frac{Rz}{r}$ gleich Null annehmen, wodurch man für die Bestimmung der Bewegung des Körpers die zwei Gleichungen erhält:

$$\left.\begin{aligned} 0 &= \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{Rx}{r} \\ 0 &= \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{Ry}{r} \end{aligned}\right\}.$$

Die erste Integration dieser beiden Gleichungen giebt die *Geschwindigkeit* $\frac{dx}{dt}$ nach der Richtung der x und $\frac{dy}{dt}$ nach der Richtung der y, also auch die Geschwindigkeit $\sqrt{\frac{dx^2+dy^2}{dt}}$ oder $\frac{ds}{dt}$ des Körpers in seiner Bahn selbst. Die zweite Integration aber giebt die Werthe von x und von y für jeden Werth von t oder sie giebt den *Ort* des Körpers für jede gegebene Zeit in seiner Bahn. Eliminirt man endlich aus den beiden letzten Gleichungen die Gröfse t, so erhält man eine Gleichung zwischen x und y, die daher für die *Bahn* selbst gehört, welche der Körper beschreibt.

2) Diese Integrationen lassen sich erst dann in der That vornehmen, wenn die Function R durch r gegeben ist. Wir wollen nur zwei specielle Fälle kurz anführen.

Sey erstens die Kraft R der Entfernung r proportional oder sey $R = mr$, so sind jene beiden allgemeinen Gleichungen

$$\frac{d^2x}{dt^2} + mx = 0, \quad \frac{d^2y}{dt^2} + my = 0.$$

Wenn man diese Gleichungen zweimal integrirt und der bequemern Ausdrücke wegen $x = r\,\text{Cos. } v$ und $y = r\,\text{Sin. } v$ setzt, so erhält man

$$dt = \frac{r\,dr}{\sqrt{m\varrho}} \text{ und } dv = \frac{ab\,dr}{r\sqrt{\varrho}},$$

wo $\varrho = -a^2b^2 + (a^2+b^2)r^2 - r^4$ ist. Die letzten Integrale dieser zwei Ausdrücke sind aber

$$t - B = \frac{1}{2\sqrt{m}}\,\text{Arc. Cos. }\frac{2\sqrt{\varrho}}{a^2-b^2} \text{ und}$$

$$\text{Sin. } (v - A) = \frac{b}{r}\sqrt{\frac{a^2-r^2}{a^2-b^2}},$$

wo A, B, a, b die vier Constanten der Integration bezeichnen. Die letzte dieser Gleichungen zeigt, dafs die Bahn ei

Digitized by Google

lipse ist, deren Mittelpunct zugleich der Sitz der Kraft ist d deren halbe grofse und kleine Axe a und b ist. Fangen

Gröfsen $v - A$ und t zugleich an, so ist $B = -\frac{\pi}{4\sqrt{m}}$

d man erhält folgende sehr einfache Ausdrücke:

$$r^2 = a^2 \operatorname{Cos.}^2 t.\sqrt{m} + b^2 \operatorname{Sin.}^2 t.\sqrt{m}$$

id

$$\operatorname{Tang}(v - A) = \frac{b}{a} \operatorname{Tang.} t.\sqrt{m},$$

durch man also den Werth von r und v für jede Zeit t

ab. Für $v - A = 90°$ erhält man $t = \frac{\pi}{2\sqrt{m}}$, also ist die

it des ganzen Umlaufs des Körpers in seiner Bahn gleich

$\frac{\pi}{\sqrt{m}}$ oder von den Gröfsen a und b unabhängig.

3) Der zweite specielle Fall ist der der Natur, wo die anziehende Kraft der Sonne auf die Planeten, oder der Planeten ihre Satelliten, sich verkehrt wie das Quadrat der Entfernung dieser Körper von dem Mittelpuncte der auf sie wirkenden Kraft verhält. Wenn nämlich $R = \frac{\mu}{r^2}$ ist, so gehn jene zwei allgemeine Gleichungen in folgende über:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} = 0,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3} = 0.$$

ersten Integrationen dieser zwei Gleichungen geben, wenn wieder $x = r \operatorname{Cos.} v$ und $y = r \operatorname{Sin.} v$ setzt,

$$\frac{dr}{dt} = \frac{1}{r}\sqrt{\frac{\mu}{a}(2ar - ap - r^2)},$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{r^2}\sqrt{\mu p} \text{ und}$$

$$\frac{ds}{dt} = \sqrt{\frac{2\mu}{r} - \frac{\mu}{a}},$$

e die Geschwindigkeit des Körpers in Beziehung auf den ius vector r, auf den Winkel v und auf den Bogen s der schriebenen Bahn.

Digitized by Google

Integrirt man diese Gleichungen noch einmal, so erh man

$$r = \frac{p}{1 + e\,\mathrm{Cos.}(v - \omega)}$$

für die Gleichung der Bahn, welche daher ein Kegelsch ist. Die Gröfsen a, p, e und ω sind die vier Constanten Integration, und zwar a die halbe grofse Axe, p der h Parameter, e die Excentricität und ω die Länge des Peri oder der Punct der Bahn, von welchem man den Wink zählt.

C. Problem der drei Körper.

Wenn mehrere Körper von einem gemeinschaftlichen C tralpuncte angezogen werden und zugleich sich selbst u einander anziehen, so sind die Schwierigkeiten der Integra nen gewöhnlich so grofs, dafs sie nur durch Reihen gege werden können, selbst in dem Falle, wo es sich nur um Bewegung von zwei Körpern um einen dritten Centralkö handelt. Dieses letzte Problem ist dasjenige, welches die As nomen anwenden, um die gegenseitigen Störungen der Pl ten unter einander zu bestimmen, da es der eigenthümlic Constitution des Sonnensystems zufolge schon hinreicht, zwei der Planeten abgesondert zu betrachten und ihre Be gung um den dritten Körper, die Sonne, zu bestimmen. dieser Ursache hat man auch dieses Problem das der drei Kö genannt. Wir können es hier, des beschränkten Raumes gen, nur kurz andeuten.

Um die Bewegung eines Körpers, dessen Masse m um einen Centralkörper von Masse = M unter der Vor setzung zu bestimmen, dafs auf den bewegten Körper m t andere Körper wirken, deren Massen m′, m″, m‴.. sind, s x, y, z die rechtwinkeligen Coordinaten, welche die Lage m gegen M bestimmen, während wir die Lage der an Körper m′, m″.. gegen denselben Centralkörper M durch analogen Coordinaten x′, y′, z′, x″, y″, z″..... ausdrü wollen, so dafs also die Entfernungen dieser Körper m, m′, m von dem Centralkörper sind

$= \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$; $r' = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}$; $r'' = \sqrt{x''^2 + y''^2 +$

u. s. w.

Digitized by Google

Dieses vorausgesetzt sey

$$\Omega = \frac{m'}{r'^3}(xx'+yy'+zz') + \frac{m''}{r''^3}(xx''+yy''+zz'') + \ldots$$

$$- \frac{m'}{\sqrt{(x'-x)^2+(y'-y)^2+(z'-z)^2}} - \frac{m''}{\sqrt{(x''-x)^2+(y''-y)^2+(z''-z)^2}} - \ldots,$$

so hat man, wenn man der Natur gemäfs wieder annimmt, dafs sich alle diese Körper unter einander im geraden Verhältnisse ihrer Massen und im verkehrten des Quadrats ihren Entfernungen, von einander anziehn, vermöge der Gleichungen (VIII) folgende drei Ausdrücke

$$\left.\begin{aligned} 0 &= \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} + \left(\frac{dR}{dx}\right) \\ 0 &= \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3} + \left(\frac{dR}{dy}\right) \\ 0 &= \frac{d^2z}{dt^2} + \frac{\mu z}{r^3} + \left(\frac{dR}{dz}\right) \end{aligned}\right\},$$

wo $\mu = M + m$ ist. Diese Gleichungen geben die Bewegung des ersten Körpers m um den Centralkörper. Aehnliche findet man auch für die übrigen Körper m', m'', m'''....., wenn man *die Gröfsen* x, y, z mit einem oder zwei .... Strichen bezeichnet. Man begnügt sich aber, wie gesagt, schon mit zwei Nebenkörpern, so dafs dann in den vorhergehenden Ausdrücken alle Gröfsen x'', y'', z'' und x''', y''', z'''... gleich Null gesetzt werden. Setzt man aber auch den zweiten Körper m'' gleich Null, so erhält man die drei oder eigentlich nur die zwei Gleichungen

$$0 = \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} \text{ und } 0 = \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3}$$

wieder, die wir schon oben [C. No. 3] betrachtet haben. Die Kunstgriffe, welche man angewendet hat, um aus jenen drei Gleichungen durch Integration die endlichen Werthe von x, y, z durch t, das heifst, den Ort des um M sich bewegenden und von m' gestörten Körpers m für jede gegebene Zeit abzuleiten, mufs man in den diesem Gegenstande besonders gewidmeten Schriften, vorzüglich in Laplace's Mécanique céleste, nachsehn. Wir begnügen uns hier, zum Schlusse dieser Un-

Digitized by Google

tersuchungen noch die Aufzählung der *allgemeinen Ges* der Bewegung zu geben, deren Kenntnifs zur Auflösung in B und C betrachteten Differentialgleichungen von besond Nutzen ist.

D. Allgemeine Gesetze der Bewegungen.

1) Das erste dieser Gesetze wird das Princip der Erh tung der Bewegung des Schwerpunctes genannt (*Principe conservation du mouvement du centre de gravité*). Sch Newton, welcher dieses Gesetz entdeckte, hat in seinen Prin cipien gezeigt, dafs der Zustand der Ruhe oder der Bewegun des Schwerpunctes eines Systems von Körpern durch die ge genseitige Wirkung dieser Körper auf und unter einander nic verändert werde. Wenn solche Körper durch gegenseitige An ziehung mit einander wirken, oder wenn sie durch Fäde Stangen u. dgl. unter einander verbunden sind, kurz, wen keine äufsern Kräfte, kein äufseres, dem Systeme selbst fre des Hindernifs auf diese Körper einwirkt, so wird, je nem Principe gemäfs, der Schwerpunct dieses Systems im mer entweder in *Ruhe bleiben*, oder doch, wenn er sic bewegt, *gleichförmig und in einer geraden Linie sich be wegen.*

D'Alembert hat später diesem Principe noch eine grö fsere Allgemeinheit gegeben. Aber auch unter der bisher ge gebenen Darstellung desselben sieht man, dafs man, durc Hülfe dieses Princips, die Bewegung des Schwerpunctes ein Systems von Körpern bestimmen kann, unabhängig von de Bewegungen, welche diese einzelnen Körper jeder für sic haben mögen, und dafs man sonach immer drei endliche Gle chungen zwischen den Coordinaten der Körper und der Z erhält, die als die Integrale der oben (B und C) gegebenen Di ferentialgleichungen der zweiten Ordnung anzusehn sind. Wer nämlich die Körper blofs ihren gegenseitigen Wirkungen un terworfen sind, so werden ihre bewegenden Kräfte, auf de Schwerpunct des Systems übergetragen, sich daselbst je zwei un zwei zerstören oder aufheben. Jene Bewegung des Schwerpunct des Systems wird auch durch den Stofs der Körper gegen ei ander nicht gestört. Dieses Princip gilt aber nur, so lan kein Punct des Systems durch eine äufsere Kraft fest gemac

Digitized by Google

sind, oder so lange kein Körper desselben auf irgend einer Linie oder Fläche sich zu bewegen gezwungen ist.

2) Das zweite Princip ist das der Erhaltung der Flächen (*Principe de la conservation des aires*). Euler in seinen *Opusculis* und Daniel Bernoulli in den Mém. de Berlin haben es zuerst, beide in den Jahren 1746, aufgestellt. Nach ihnen ist, bei jeder Bewegung mehrerer Körper um einen fixen Mittelpunct, die Summe der Producte der Masse jedes Körpers in seine Winkelgeschwindigkeit um diesen Punct und in seinen Abstand von diesem Puncte stets eine constante Gröfse und unabhängig von der gegenseitigen Wirkung der Körper unter einander. Nennt man r die Entfernung des Körpers von jenem fixen Centralpuncte und v den Winkel, welchen dieser *Radius Vector* r mit irgend einer durch denselben Centralpunct gehenden festen Linie macht, so ist r dv die Winkelgeschwindigkeit des Körpers und $\frac{1}{2}r^2 dv$ der Ausdruck der *Fläche*, welche der Radius Vector r beschreibt, während er um den Centralpunct den Winkel r zurücklegt. Diese Fläche, multiplicirt in die Masse des Körpers, ist also, nach jenem Principe, eine constante Gröfse. Auf diese Weise ist auch dieses Princip von d'Arcy[1] dargestellt worden, indem es heifst, dafs bei jeder Centralbewegung die Summe der Producte der Masse jedes Punctes in die auf irgend eine Ebene projicirte Fläche, die der Radius Vector des Punctes um jenen Centralpunct während einer gegebenen Zeit beschreibt, dieser Zeit proportional ist.

Dieses Princip folgt unmittelbar aus den oben für die Centralbewegung aufgestellten allgemeinen Gleichungen

$$S\frac{d^2x}{dt^2}dm = S.X\,dm;\quad S\frac{d^2y}{dt^2}dm = S.Y\,dm;\quad S\frac{d^2z}{dt^2}dm = S\,Z\,dm.$$

Denn multiplicirt man die erste derselben durch y und die zweite durch $-x$, so giebt ihre Summe, wenn man integrirt,

$$S\left(\frac{y\,dx - x\,dy}{dt}\right)dm = S\int(Xy - Yx)\,dm\,dt + C,$$

und ebenso

$$S\left(\frac{z\,dx - x\,dz}{dt}\right)dm = S\int(Xz - Zx)\,dm\,dt + C',$$

$$S\left(\frac{z\,dy - y\,dz}{dt}\right)dm = S\int(Yz - Zy)\,dm\,dt + C'',$$

[1] Mém. de Par. 1747.

wo C, C', C'' die Constanten der Integration sind. Wi
nun keine äufsern Kräfte auf den Körper oder auf das
stem von mehrern, auf irgend eine Art unter einander
bundenen Körpern, so ist $X = Y = Z = 0$. Aber wenn
irgend innere oder äufsere, nur solche Kräfte, die nach
Anfangs- oder Centralpuncte des Systems gerichtet sind,
die Körper wirken, so hat man

$$\frac{X}{Y} = \frac{x}{y}; \quad \frac{X}{Z} = \frac{x}{z} \text{ und } \frac{Y}{Z} = \frac{y}{z},$$

und in beiden Fällen sind offenbar die zweiten Theile
letzten drei Gleichungen gleich Null, so dafs man daher

$$S(y\,dx - x\,dy)\,dm = C.dt,$$
$$S(z\,dx - x\,dz)\,dm = C'.dt,$$
$$S(z\,dy - y\,dz)\,dm = C''.dt,$$

welche Gleichungen offenbar jenes Princip ausdrücken, da
kanntlich $y\,dx - x\,dy$, $z\,dx - x\,dz$, $z\,dy - y\,dz$ nichts
deres sind, als die doppelten Winkelflächen, welche der
dius Vector in der Zeit dt beschreibt, projicirt auf die
coordinirten Ebenen der xy, xz und yz.

3) Das dritte Princip ist das der Erhaltung der lebe
gen Kraft (*de la conservation des forces vives du syste*
Es wurde, wie schon oben erwähnt, von Huyghens bei
legenheit des Problems von dem Schwingungsmittelpuncte
erst, obschon in einer andern Form, aufgestellt. Nach die
Princip ist, bei der Bewegung schwerer Körper, die Sum
der Producte der Masse eines jeden Körpers in das Qua
seiner Geschwindigkeit immer dieselbe, diese Körper des
stems mögen sich alle zusammen auf irgend eine Weise
bunden bewegen, oder sie mögen, jeder einzeln, frei den
ben verticalen Weg herabfallen. Auf diese Weise hat H
ghens dieses Princip dargestellt wenn er es gleich mit
dern Worten ausdrückt. Allein später brachte Leibnitz
Unterscheidung der *todten* und *lebendigen Kräfte* in Aufn
me, indem er durch jene den blofsen Druck der Körper,
keine Bewegung hervorbringt, und durch diese jene K
bezeichnete, aus welchen eigentliche Bewegungen entspring
Für diese lebendigen Kräfte nahm er als Mafs ihrer Wirk
das Product der Masse in das Quadrat ihrer Geschwindig
an. Johann und Daniel Bernoulli nahmen diese Un

Digitized by Google

scheidung und das darauf gegründete Princip der lebendigen Kraft mit dem ihnen eigenen regen Eifer auf und suchten auf ihr weiter fortzubauen. Der letzte besonders gründete darauf seine sinnreiche Theorie der Bewegung der Flüssigkeiten in Röhren und zeigte[1], dafs dieses Princip nicht blofs für die der Schwere unterworfenen Bewegungen, sondern auch für jede andere Centralkraft gelte und dafs dasselbe von den Verbindungen der Körper eines Systems unter sich unabhängig sey.

Man kann die allgemeine Gleichung (VIII) der Bewegung eines Systems von Körpern immer auf folgende Weise ausdrücken:

$$0=\Sigma.m\left(\frac{d^2x\delta x+d^2y\delta y+d^2z\delta z}{dt^2}+P\delta p+P'\delta p'+\ldots\right),$$

wo P, P', P''.... die Kräfte bezeichnen, welche aus der gegenseitigen Anziehung der Körper, aus ihren Verbindungen unter einander u. s. w. entstehn. Nimmt man nun an, dafs der Ausdruck $P\delta p+P'\delta p'+P''\delta p''+\ldots.=d\Pi$ ein vollständiges Differential ist, was immer der Fall seyn wird, wenn jene Kräfte Functionen der Abstände der Körper unter sich sind, so hat man, wenn man die Zeichen d und δ als gleichbedeutend voraussetzt,

$$0=\Sigma.m\left(\frac{dxd^2x+dyd^2y+dzd^2z}{dt^2}+d\Pi\right)$$

und, wenn man integrirt,

$$A=\Sigma.m\left(\frac{dx^2+dy^2+dz^2}{2dt^2}+\Pi\right),$$

wo A die constante Gröfse der Integration und $\sqrt{\frac{dx^2+dy^2+dz^2}{dt^2}}$ der bekannte Ausdruck der Geschwindigkeit ist. Diese Gleichung enthält daher das erwähnte Princip der Erhaltung der lebendigen Kraft. Die lebendige Kraft des Systems hängt also, wie diese Gleichung zeigt, blofs von denjenigen Kräften des Systems ab, die in dem Innern desselben wirksam sind, keineswegs aber von der Verbindung dieser Körper oder von den krummen Linien, welche sie beschreiben. Der grofse Vortheil dieses Princips besteht darin, dafs dasselbe unmittelbar eine endliche Gleichung zwischen der Geschwindigkeit v

[1] Mém. de Berlin 1748.

des Körpers und zwischen den Coordinaten x, y, z s
Ortes giebt. Wenn sich daher, nach der Natur des Prob
diese drei Coordinaten auf eine einzige reduciren, wie d
bei den der blofsen Schwere unterworfenen Körpern der Fa
so wird durch diese letzte Gleichung auch das Problem
gleich vollständig aufgelöst. In allen andern Fällen aber
dieses Princip doch wenigstens eine erste Differentialgleich
so wie das Princip der Erhaltung der Flächen drei solche
ste Differentialgleichungen giebt, und dieses ist allerdings s
als ein grofser Gewinn für die beabsichtigte Auflösung s
zu betrachten.

4) Das vierte Princip ist das *der kleinsten Wirkung*
Principe de la moindre quantité d'action). Nach diesem P
cip ist bei der Bewegung der Körper, die unter einander
sich selbst wirken, die Summe der Producte der Masse
die Geschwindigkeiten und in die von jedem Körper du
laufenen Räume immer ein Kleinstes oder ein *Minim*
Maupertuis hat es zuerst auf seine Untersuchungen über
Reflexion und Refraction des Lichts angewendet[1], Euler
in seiner Abhandlung über die isoperimetrischen Curven[2]
Gültigkeit dieses Princips für jede Centralbewegung nach
wiesen, wenigstens bei einzelnen oder isolirten Körpern, L
grange[3] aber hat die grofse Allgemeinheit desselben dar
than und gezeigt, dafs man aus ihm unmittelbar die o
aufgestellte allgemeine Gleichung der Bewegung der Kö
überhaupt ableiten kann. Nach Lagrange's Darstellung
steht dieses Princip darin, dafs bei jeder Bewegung eines S
stems von Körpern irgend einer Art die Summe der Produ
der Massen in das Integral der Geschwindigkeit, multipli
mit dem Differential des durchlaufenen Raumes, allezeit e
weder ein *Maximum* oder ein *Minimum* ist. Nennt man
so m die Masse, v die Geschwindigkeit und ds das Di
rential des durchlaufenen Raumes, den ein Körper des S
stems beschreibt, so hat man, nach dem aufgestellten Prin

$$\delta . \Sigma m . \int v \, ds = 0 .$$

---

1 Mém. de Paris 1744. Mém. de Berlin. 1746.

2 Lausanne 1744.

3 Mém. de Turin.

Digitized by Google

Da das Variationszeichen δ von den Summenzeichen $\int$ und S unabhängig ist, so hat man auch

$$\delta.Sm.\int v\,ds = Sm.\int\delta(v\,ds) = Sm.\int(ds\,\delta v + v\,\delta ds) = 0.$$

Der erste Theil dieses Ausdrucks ist

$$Sm.\int ds\,\delta v = Sm.\int v\,\delta v\,dt = \int dt.Sm.v\,dv.$$

Nach dem oben angeführten Princip der Erhaltung der lebendigen Kraft ist aber

$$Sv^2m = 2A - 2S.\Pi m, \text{ wo } d\Pi = P\delta p + P'\delta p' \ldots \text{ ist.}$$

Also ist auch

$$Sm.v\,dv = -S\delta\Pi m = -S(P\delta p + P'\delta p' + \ldots)m.$$

Der zweite Theil desselben Ausdrucks aber ist $Sm.\int v\,\delta ds$ oder

$$Sm.\int v\left(\frac{dx\,\delta x + dy\,\delta y + dz\,\delta z}{ds}\right) = Sm.\int\frac{dx\,\delta x + dy\,\delta y + dz\,\delta z}{dt}.$$

Es ist aber

$$\int\frac{dx\,d\,\delta x}{dt} = \frac{dx}{dt}\,\delta x - \int\delta x\,d.\,\frac{dx}{dt} \text{ u. s. w.,}$$

also ist auch dieser zweite Theil

$$-Sm.\int\left(\frac{d^2x}{dt}\,\delta x + \frac{d^2y}{dt}\,\delta y + \frac{d^2z}{dt}\,\delta z\right),$$

und daher geht die ganze erste Gleichung, wenn man die Zeichen S und $\int$ versetzt, in folgende über

$$\int dt.Sm\left[\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x + \frac{d^2y}{dt^2}\,\delta y + \frac{d^2z}{dt^2}\,\delta z + P\delta p + P'\delta p' + P''\delta p'' + \ldots\ldots\right] = 0$$

und dieses ist die oben gegebene allgemeine Gleichung der Bewegung überhaupt, so dafs man demnach die ganze Lehre der Bewegung allein aus dem Princip der kleinsten Wirkung oder aus der einfachen Gleichung

$$\delta.Sm.\int v\,ds = 0$$

ableiten kann.

5) Das fünfte und letzte Princip der Dynamik endlich ist das der Coexistenz der kleinen Oscillationen.

Unabhängig von der progressiven und rotirenden Bewegung eines Systems, bei welchem die gegenseitigen Distanzen der Körper unveränderlich sind, giebt es noch andere Bewegungen, wo die Entfernungen der Körper des Systems unter einander kleiner oder gröfser werden. Nimmt man, wie es sehr oft erlaubt ist, diese Veränderungen der Abstände der

Digitized by Google

Körper nur sehr klein an, so lassen sich alle hierher g
renden Probleme auf lineäre Gleichungen zurückführen,
durch demnach die Bestimmung der Coordinaten x, y, z
Körpers als Function der Zeit t sehr erleichtert wird.

Wenn nämlich eine Anzahl von an sich kleinen Krä
zugleich auf ein System von körperlichen Puncten wirkt,
ist die Totalwirkung dieser Kräfte auf das System gleich
Summe der einzelnen Wirkungen einer jeden Kraft, diese
allein existirend angenommen, wenigstens so lange, als d
diese Kräfte die ursprüngliche Relation der Theile des
stems gegen einander nicht wesentlich geändert wird, gle
sam wie die weit ausgebreitete Wasserfläche eines bre
Flusses oder des Oceans durch unzählige kleine Störun
durch jedes leise Lüftchen an ihren obersten Theilen in man
faltige Bewegungen, in ebenso unzählige kleine Wellen
setzt wird, deren jede sich im Allgemeinen so fortpflanzt,
ob sie allein da wäre, während die ganze grofse Wasserm
ihren Weg verfolgt, als ob alle jene Wellen ganz und
nicht da wären.

Weiter ausgedehnt erklären sich durch dasselbe Princip
mannigfaltigen kleinen periodischen Störungen, die in ein
Systeme von Körpern, das durch innere und äufsere Kräfte
Bewegung gesetzt wird, besonders in unserm Planetensys
me, so oft bemerkt werden. In dieser Ausdehnung kann n
lich jenes Princip so ausgedrückt werden: Wenn in ein
Systeme von Körpern ein Theil dieses Systems, der
was immer für eine Art mit den übrigen Theilen verbun
ist, durch irgend eine auf diesen Theil längere Zeit hindu
einwirkende Kraft in eine periodische (regelmäfsig wiederk
rende) Bewegung versetzt wird, so wird sich diese perio
sche Bewegung allmälig über das ganze System fortpflan
und auch in jedem andern Theile dieses Systems ähnliche
riodische Bewegungen erzeugen, und die Zeiten dieser säm
lichen Perioden werden unter sich gleich grofs seyn, w
gleich die gröfsten und kleinsten Werthe dieser periodisch
Bewegungen nicht in dieselben Zeiten fallen.

Digitized by Google

VII. Literatur der Mechanik.

Wir theilen hier die vorzüglichsten Werke über diesen Gegenstand mit und ordnen sie, zur bequemen Uebersicht derselben, in mehrere Classen.

A. Literatur der theoretischen Mechanik.

D'Alembert traité de dynamique. Par. 1796 (neueste Aufl.).
— — traité de l'équilibre et du mouvement des fluides. Par. 1744.
Archimedis opera mechanica. Par. 1646. Deutsch von Sturm. 1670.
Bandelli (Dan.) hydrodynamica. Argentor. 1767.
Bernoulli (Joh.) Hydraulica, nunc primum demonstrata. (Im 4ten Theil seiner Werke. Genf 1732.)
Bessel über das Secundenpendel. Berl. 1828.
Bezout la mécanique, revue par Garnier. Par. 1814. II Vol.
Borelli de vi percussionis 1686 und de motu animalium 1710.
Bossut Hydrodynamik. 2 Voll. Deutsch. Frkfrt. 1792.
— — traité élém. de mécanique et statique. Par. 1777.
— — traité élém. de mécanique appliquée. Par. 1763.
Bouchaillat élém. de mécanique. Par. 1815.
Brandes Lehrb. der Gesetze des Gleichgewichts. 2 Thle. Leipz. 1817.
Buat Grundlehren der Hydraulik, übers. von Lempe und von Kosman. 1796.
Büsch (elem.) Grundlehren der Statik. Berlin 1789. Dynamik 1791. Hydrostatik 1790 und Hydraulik 1792.
la Caille leçons élém. de mécanique. Par. 1757.
Carus élémens de mécanique. 2 Voll. Par. 1751.
Carnot de l'équilibre et du mouvement. Par. 1803.
— — Grundl. der Mechanik, übers. von Weiss. Leipzig 1805.
Cartes (des) traité de mécanique. Par. 1668.
Defix Mechanik und Geometrie. 2 Voll. Deutsch. Strafsb. 1826.
Deligue Leçons de la navigation. Par. 1824.
Euler Gesetze des Gleichgewichts und der Bew. flüssiger Körper, übersetzt von Brandes. Leipz. 1806. 3 Thle.
— — mechanica, seu motus scientia. 2 Voll. Petersb. 1736.

Digitized by Google

Euler theoria motus corporum rigidorum. Rostock und Grei 1790.
Ferrari dissertazioni idrauliche. Mailand 1793.
Fontana sulla mecanica animale. Pavia 1791.
— — della dinamica. Pavia 1792.
Forstner theoretische Mechanik 1831.
Francoeur traité élém. de mécanique. 4te Aufl. Par. 18
Galilei discursus circa duas novas scientias. Leyden 1 Ital. 1638.
Garnier leçons de statique. Par. 1811.
Gassendi de motu perpendiculorum. Par. 1646.
Gauss theoria figurae fluidorum. Götting. 1830.
— — determinatio attractionis corporum. Gött. 1818.
Grunert Statik fester Körper 1810.
Guido Ubaldi mechanicorum liber. Vened. 1615.
Guldin de centro gravitatis. Wien 1635.
Heinen System von Kräften. Essen 1834.
Herrmann Phoronomia. Amsterd. 1716.
la Hire traité de mécanique. Par. 1698.
Huyghens horologium oscillatorium. Par. 1673.
— — Opera omnia. IV Voll. 1724.
Ide System der reinen und angew. Mechanik. II. Braunsch 1802.
— — Theorie der Bewegung, nach Laplace. 1800.
Karstens Lehrbegriff der Mathem. III. bis VI. Thl.
Kaestner Anfangsgr. der höh. Mechanik. Gött. 1793.
— — Anfangsgründe der Hydrodynamik. Gött. 1769.
Kater Mechanics. Lond. 1831.
Krafft Mechanik. Dresd. 1787.
Kraft Vorlesungen über Mechanik, übers. von Steingrub II. Dresd. 1787.
Lamy traité de mécanique. Amst. 1734.
Lagrange mécanique analytique. 2 Voll. Par. 1788. Uebers. v Murhard. Gött. 1797. Neue Aufl. des Originals. Paris 181
Laplace mécanique céleste. V Voll. Paris.
Lardner on mechanics. Lond. 1831.
— — on Hydrost. and Pneumatics. Lond. 1832.
Langsdorf mech. u. hydr. Untersuchungen. II. Altenb. 178
— — Lehrbuch der Hydraulik. Altenb. 1796.
— — Lehrbegriff der Hydrodynamik, aus dem Französ. v Bossut. II. Frankf. 1792.

Digitized by Google

Langsdorf Handbuch der gem. und höh. Mechanik. II. Heidelb. 1807.
Lehmann Anfangsgründe der höh. Mechanik.
Lehmus Lehrb. der angew. Math. 3 Voll. Berl. 1822.
Maclaurin traité des Fluxions. Par. 1749.
Magold Mechanik fester Körper. München 1809. 2 Thle.
Mariotte Grundlehren der Hydrostatik und Hydraulik, aus d. Französ. von Meinig. Leipz. 1723.
Monge traité élém. de statique. 3te Aufl. Par. 1798. 5te Aufl. von Hachette. Par. 1810. Deutsch von Hahn. Berl. 1807.
Newton principia mathem. philosophiae naturalis. 3te Ausg. Lond. 1726. 4te Ausg. Genf 1739.
Ozanam mécanique. II. Paris 1699.
Parkinson system of Mechanics. Lond. 1789.
Poinsot Elemente der Statik, deutsch von Hartmann. 1831.
Poisson traité de mécanique. II Voll. Neue Aufl. Paris 1833, deutsch von Stern. Berl. 1835.
Pontecoulant théorie analytique du système du monde. Par. 1829. 3 Voll.
Poselger statices elementa. Berl. 1818, deutsch 1824.
Prony mécanique philosophique. Par. 1800.
— — leçon de mécanique analytique. Par. 1815.
Raupach Grundriſs der Dynamik. Halle 1819.
Scherffer institutiones mechanicae. 2 Voll. Wien 1773.
Sommerville Mechanism of the heavens. Lond. 1831.
Switzer general system of hydrost. and hydraulics. Lond. 1729.
Torricelli de motu gravium projectorum. Florenz 1644.
Umpfenbach Lehre vom Gleichgewicht. Berl. 1824.
Varignon nouvelle mécanique. II. Par. 1744.
— — traité du mouvement des eaux. Par. 1725.
Vega Vorlesungen, 3r und 4r Band, 2te Aufl. Wien 1819.
Venturoli Elementi di Meccanica e d'Idraulica. Milano 1817. II T. 8.
Wallis tractatus de percussione. Oxford 1699.
— — mechanica. III. Lond. 1660.
Weber Mechanik. München 1811. 2te Aufl.

B. Praktische Mechanik und Maschinenlehre.

Alexander traité général des horloges. Par. 1734. Uebers. von Berger. Lemgo 1738 und 1763.

Digitized by Google

Baader neues System der fortschaffenden Mechanik. Mü 1822. fol.

Banks über Mühlwerke. Uebersetzt von Zimmermann. 1800.

Babbage über Maschinenwesen. Berlin 1833.

Belidor architecture hydraulique. IV Voll. Par. 1736 – übers. Sulzbach 1740 — 71.

Berthelot la mécanique appliquée aux arts. 2 Voll. 1781.

Berthoud Essai sur l'horlogerie. Par. 1763, übers. von gel. Meifsen 1790.

— — traité des horloges marines. Par. 1773. 1792.

— — traité des montres à longitude. Par. 1792 avec une Ebend. 1797.

Beyer Schauplatz der Mühlenbaukunst. III Voll. Lpzg. fortgesetzt von Weinhold. Dresd. 1788 — 1803.

Bion traité des instrumens de mathématique. 5te Aufl. 1752.

— — neu eröffnete math. Werkschule. Letzte Aufl. N 1765. III Voll.

Borgnis traité complet de mécanique. 8 Voll. Par. 1818–

Brix Lehrbuch der dynamischen Wissenschaften. Ir u. III Berl. 1831.

Christian Traité de mécanique industrielle. III. T. 4. 1822—25.

Coriolis du Calcul de l'Effet des Machines. Par. 1829.

Coulomb sur la théorie des machines simples. Par. 1781. Aufl. Par. 1821.

Derham the artificial Clock-Maker. IIIte Aufl. Amst. franz. Par. 1731.

Egen Untersuchungen über den Effect einiger Wasserw Berl. 1831. 4.

Eschenbach Kunstmagazin der Mechanik. Leipz. 1802.

Eytelwein Handbuch der Mechanik und Hydraulik. B 1801.

— — Handbuch der Statik fester Körper. III. 1808.

Flörke vom Mühlenbau. Berlin 1804.

Funk Hydrotechnik. Berl. 1820.

— — Beiträge zur Wasserbaukunst. II. Lemgo 1808.

Gallon Machines approuvées par l'acad. Royale. V Voll. 1735.

Geisler Beschr. der neuesten Instr. XII Voll. Zittau 179 1802.

Digitized by Google

Gerstner Theorie der Wellen. Prag 1800.
— — Mechanik. 3 Voll. Prag 1830 — 34.
Gilly und Eytelwein pract. Anweisung zur Wasserbaukunst. IV. Berl. 1805.
Hachette traité élém. des machines. Par. 1808.
Horst Theatrum machinarum. III. Amsterd. 1736.
Kunze Schauplatz der gemeinnützigsten Maschinen. Hamburg 1796.
Langsdorf Handbuch der Maschinenlehre. II. Altenb. 1797. 4.
— — Ausführliches System der Maschinenkunde. II. Heidelb. 1826. 4.
Lastkyrie collection de machines. 20 Voll. Par. 1821. Deutsch. Stuttg. 1822.
Lempe Lehrbegriff des Maschinenwesens. Lpzg. 1796.
Leupold theatrum machinarum. XI Voll. Lpzg. 1724.
Lindt Schauplatz der verbesserten Mühlenbaukunst. II. München 1819.
Maillard théorie des machines mues par la force de la vapeur. Vienne et Strafsb. 1784.
Meltzer neuverbesserte Mühlenbaukunst. II Voll. Lpzg. 1805.
Michelotti sperimenti idraulici. Turin 1767. Deutsch von Zimmermann. Berl. 1808.
Nordwall Maschinenlehre, aus dem Schwedischen von Blumhof. II. Berlin 1804.
A Pauly traité d'horlogerie. Par. 1755.
Poppe Encyclopädie des gesammten Maschinenwesens. VI Voll. Lpzg. 1810.
— — die Mechanik des 18. Jahrhunderts. Pyrmont 1807.
— — Geschichte der Uhrmacherkunst. 2 Thle. Lpz. 1801.
Prony nouvelle architecture hydraulique. Par. 1790. Uebers. von Langsdorf. Frankf. 1794 und 1800.
Schotti mechanica hydr. pneumatica. Frankf. 1687, magia universalis. Frankf. 1657 und technica curiosa 1687.
Silberschlag Abhandl. über den Wasserbau. II. Lpz. 1772.
Prengel Handwerke und Künste. XVII Voll. Berl. 1778 — 96.
Vioniaux horlogerie pratique. Toulouse 1788.
Wiebeking Beitr. zum pract. Wasserbau. Düsseldorf 1792. II Voll.
Woltmann Untersuchung der Wirkung der Maschinen. Gött. 1804.
Zyl theatrum machinarum. Amsterd. 1734.

C. Schifffahrtskunde.

L'Art de bâtir les vaisseaux. II Voll. Amsterd. 1719.

D'Assie architecture navale. Par. 1677.

Barrow navigatio britannica. Lond. 1750.

Bernoulli (Joh.) sur la manoeuvre des vaisseaux. 1714.

Bézout traité de navigation. II édit. rédigée par Rossel. 1814.

Biot traité d'Astronomie, avec l'Astr. nautique par Ro 2te Aufl. III Voll. Par. 1810.

Bouguer traité complet de la navigation. Par. 1781, he gegeben von Lalande 1792, in das Italien. übers. Li 1795.

Bourguet traité de navigation. Par. 1808.

Brarens System der Steuermannskunde. Magdeb. 1807.

Braubach versch. Schriften über nautische Gegenstände.

Chapman architectura navalis. Holm. 1768.

— — traité de la constr. des vaisseaux. Par. 1781.

Courtelary Darstellung der Marine. 2 Voll. Zürch 180

David the Seaman's Secret. Lond. 1594 und VIIIte Aufl.

Dulage leçons de navigation. Par. 1768.

Euler scientia navalis. II Voll. Petersb. 1749.

Falconer universal dictionary of the marine. Lond. 17

Forfait traité de la mâture des vaisseaux. Par. 1788.

Handbuch der Schifffahrtskunde. Hamb. 1820.

Harries treatise of navigation. Lond. 1738.

Juan's versch. Schriften über diesen Gegenstand.

Kelly's whole art of navigation. II Voll. Lond. 1733.

Lalande abrégé de navigation. Par. 1793.

Lassale traité d'hydrographie. Par. 1817.

Lescallier traité pratique du gréement des vaisseaux. II Lond. 1791.

Maskelyne the british Mariners Guide. Lond. 1763.

Maupertuis astronomie nautique. Par. 1743.

Mendoza's versch. Schriften über diesen Gegenstand.

Monceau Architecture navale. Zweite Aufl. Paris 1758. Ue von Müller. Berlin 1791.

Moore the practical navigator. Lond. 1772.

Murray treatise on Ship-Building. 2te Aufl. Lond. 17

Patoun compleat treatise of pract. navigation. IVte Aufl. 1770.

Digitized by Google

ZÉNAS versch. Schriften über diesen Gegenstand.
Hot, the english. V Voll. fol. Lond. 1735.
TOT théorie de la manoeuvre des vaisseaux. Par. 1731.
OBERTSON elements of navigation. 5te Aufl. Lond. 1786.
OEDING Wörterbuch der Marine, in 12 Sprachen. 4 Voll. Hamb. 1793.
OMME's und SAVERIEN's versch. Schriften über diesen Gegenstand.
ELLER practical navigation. 14te Aufl. Lond. 1742. Französ. Dieppe 1772.
UTHERLAND the ship-builders Assistent. VIte Aufl. Lond. 1784.
OURNIER hydrographie. 3te Aufl. Par. 1679. fol.
ILLIBERT le manoeuvrier. Par. 1769. Lond. 1788.
ILLEREUVE science de la marine. 4 Voll. Haag 1757.
ILSON navigation made easy. Vte Aufl. Lond. 1780.

L.

Meer.

Ocean, See (die); *Mare*, *Oceanus*; Mer, Ocean; *Sea*, *Ocean*.

Meer[1], auch wohl Weltmeer, nennt man die grofse zusammenhängende Wassermasse, welche ungefähr zwei Drittheile der ganzen Erdoberfläche bedeckt. Sowohl dieses grofse Ganze wird Meer oder Ocean genannt, als auch einzelne beträchtliche Theile desselben, namentlich der atlantische Ocean

1 Diesen Artikel hatte der verewigte v. HORNER übernommen, und äfserte wiederholt, dafs die Behandlung dieses Gegenstandes für ihn on grofsem Interesse sey. Sicher würde er, durch seine grofse Reise iter von KRUSENSTERN so innig mit diesem Elemente vertraut und bei iner ausgebreiteten Belesenheit in den Berichten der berühmtesten eefahrer, Ausgezeichnetes geliefert haben, wenn nicht der Tod seiner hätigkeit ein zu frühzeitiges Ziel gesetzt hätte. Unter seinen Papieren finden sich jedoch nur einzelne wenige und meistens nur ihm llein verständliche Bemerkungen, deren einige ich benutzt habe. Der Gegenstand könnte sehr ausführlich behandelt werden, wenn man auch olche Sachen hineinziehn wollte, die nicht zunächst in das Gebiet er Physik und der physikalischen Erdbeschreibung gehören; ich werde mich jedoch blofs auf die Hauptsachen beschränken.

Digitized by Google

zwischen Europa und America, der stille Ocean zwi
America und Asien, welche beide in den nördlichen
südlichen abgetheilt werden, und der indische Ocean zwi
Asien und Africa. Alle diese heifsen auch Meere, als d
lantische, stille und indische Meer. Man giebt aber de
men *Meer* auch solchen einzelnen Theilen, die man
durch das Wort *Ocean* bezeichnet, als das Eismeer, da
larmeer, sowohl das nördliche, als auch das südliche
äthiopische Meer und viele kleinere, meistens nach den
schliefsenden Ländern benannte, als das schwarze, das
lelländische, das ägäische, das adriatische, das gelbe
das japanische, das Meer von Ochotzk und mehrere a
Bei einigen ist weder der Ausdruck Meer noch auch
gebräuchlich, sondern See, als die Südsee, die Nordse
Ostsee u. s. w. Man unterscheidet ferner das Weltmee
offene See, von solchen, die durch Küsten begrenzt sind
den Meerbusen, die auch Golfe, an den norwegischen
sten Fiörden, genannt werden, von den Meerengen, die
Strafsen heifsen, und hauptsächlich auch von den ganz
schlossenen oder Landseen, die jedoch zuweilen auch
genannt werden, wie namentlich das kaspische Meer[1].
die hier angegebenen verschiedenen Namen sind jedoch s
kannt, dafs sie keine nähere Erläuterung verdienen.

A. Meeres-Ufer.

1) Die Ufer des Meeres liegen selten auf eine b
tende Strecke in einer geraden Linie, sondern sie sind
fach unregelmäfsig gekrümmt, springen oft zackig hervor
ben eine Menge Buchten und Einschnitte und zeigen die
fallendsten Spuren bedeutender Veränderungen, die der W
schlag und die auflösende Kraft des Wassers, aufser son
verschiedenen Ursachen, im Laufe der Jahrhunderte all
bewirkt haben, wie bereits oben[2] ausführlich erörtert
den ist. Ihrem allgemeinen Charakter nach bestehn sie ent
aus steilen Felswänden, die oft von unglaublicher Höhe
wie namentlich an der Westküste von Südamerica, ode
einzelnen hervorspringenden Felsen, z. B. an der Wes

1 Vergl. *See.* Bd. VIII. S. 713.
2 S. *Geologie.* Bd. IV. S. 1314 ff.

Digitized by Google

von Schottland und hauptsächlich von Norwegen; an allen diesen ist die Brandung des Meeres furchtbar und erregt ein weithin hörbares Brausen. Oder sie sind mehr oder minder geneigte Ebenen, wie hauptsächlich an der West- und Nordwestküste von Africa und der Ostküste von America, die sich oft mit allmäliger Verflachung viele Meilen weit in das Meer erstrecken, den Schiffen die Annäherung erschweren, wie namentlich an den holländischen Küsten, und nicht selten von der Fluth, insbesondere wenn diese durch Sturmwinde unterstützt wird, überschwemmt werden. In der Regel sind diese sandig und bilden in ihrer weitern Erstreckung seewärts die mehrlichen Sandbänke und Dünen, statt dafs von den Felsen zu Klippen und Riffe in die See fortlaufen.

B. Meeres-Spiegel.

2) Die ebene Oberfläche des Meeres nennt man seinen Spiegel oder sein Niveau. Nur bei eingeschlossenen Buchten, an Stellen, die gegen den Einfluss der Winde und der Strömungen geschützt sind, z. B. über der grofsen Sandbank von Neufundland, zwischen dem Eise und bei gänzlicher Windstille ist die Oberfläche des Meeres ganz eben und spiegelnd, meistens dagegen ist sie mit ungleich hohen Wellen bedeckt, die von den kleinsten kräuselnden bis zu denen von furchtbarer Höhe zunehmen und an den Klippen die sogenannte *Brandung* erzeugen, über die flachen Ufer aber das Wasser bis zu beträchtlichen Strecken forttreiben. Ist das Meer ruhig, oder blofs mit Wellen von wenigen Fufs Höhe bedeckt und zugleich das Auge vom Anblicke der begrenzenden Küsten einige Zeit entwöhnt, so verschwindet allmälig die unermefsliche Ausdehnung, welche das weite Meer von den Küsten aus gesehn dem Auge darbietet, und da vergleichbare Gegenstände, die ein Mafs der Gröfse geben können, fehlen, so erscheint das Schiff, worauf man sich befindet, sehr klein, zugleich aber in einer kreisrunden Vertiefung schwimmend, deren hohe Grenzen scheinbar kaum mehrere hundert Fufs Entfernung haben. Diese Täuschung verschwindet jedoch, sobald willkürlich entfernte Gegenstände wahrgenommen werden, und es bleibt nur der Theil der Täuschung, wonach die See vom Schiffe aus sich bis in jede, auch eine unabsehbare Ferne zu erheben scheint und wovon der Ausdruck

Digitized by Google

die hohe See entnommen ist. Jene erste Täuschung sich leicht aus der Abwesenheit jeder genauern Messun klären und kommt damit überein, dafs uns auch S Mond und Sterne gleich weit und unverhältnifsmäfsig na seyn scheinen; die letztere beruht auf bekannten opti Gründen, wonach alle ausgedehnte Ebenen sich zu er scheinen.

3) Die Oberfläche des Meeres mufs nach statischer setzen überall gleich seyn und also im Ganzen ein s Sphäroid bilden, als der Rotation der Erde zukommt. Gleichheit müfste sich auch auf alle die einzelnen einges senen Theile erstrecken, die mit dem Ganzen in Verbi stehn, und wenn es hiervon Ausnahmen giebt, so w diese durch örtliche Einflüsse bedingt. Im Allgemeinen g dahin vorzüglich die allgemeine Bewegung der gesam Wassermasse der Erde von Ost nach West, wodurch in des Widerstandes ausgedehnter Länder nothwendig das ser emporgetrieben werden und diesemnach namentlic der Ostküste Africa's und noch mehr America's höher mufs, als an den westlichen Küsten dieser Welttheile. Frage wird von erhöhter Wichtigkeit, wenn man sie m ner andern Erscheinung, nämlich der reifsenden Geschwi keit mächtiger Meeresströme in Verbindung setzt, die m nem gleichen Niveau der gesammten Wassermasse der O nicht wohl verträglich scheint. Am meisten ist die Au erörtert worden in Beziehung auf das Verhältnifs des atlanti Meeres zur Südsee und des rothen Meeres zum mittelländis Franklin und Rennel nahmen an, das Wasser im mexi schen Meerbusen stehe höher, als das an den Ufern Landenge von Panama, und v. Humboldt bestimmte den terschied durch Barometerbeobachtungen zu Cumana, Ca gena und Vera-Cruz, verglichen mit denen zu Acapulco Callao, auf etwa 3 Meter. Aus Veranlassung eines proj ten Durchstiches der Landenge von Panama übertrug Bou einem englischen Ingenieur Lloyd und einem schwedis Capitain Falmarc das Geschäft einer Nivellirung, we diese im Jahre 1828 und 1829 mit einer Wasserwaage Carey vollendeten. Die gemessene Strecke von Panam Bruia am Chagres, fünf Lieues vor dem Einfalle dieses ses in das Meer der Antillen, betrug mit den Krümmu

Digitized by Google

Linien und enthielt 935 Stationen. Der Unterschied zwischen der höchsten Fluth und tiefsten Ebbe beträgt 21,2 engl. Fuß an der Küste der Südsee, aber nur 1,1 engl. Fuß an der entgegengesetzten Küste. Als Resultat dieser Operation wurde gefunden, daß der mittlere Spiegel des stillen Oceans 1,1 Meter höher seyn soll, als der des atlantischen bei Chagres, zur Zeit der höchsten Fluth aber 4,13 Meter höher und zur Zeit der tiefsten Ebbe 1,98 Meter niedriger. Obgleich dieses Ergebniß seitdem als begründet angenommen wird, so steht es doch so sehr im Widerspruche mit der Theorie, daß ich hier einen Fehler der Messung annehmen möchte; denn da das Wasser der Meere aus vielen Gründen stets von Ost nach West strömt, so muß es nothwendig an der östlichen Küste America's höher stehn, als an der westlichen. Hiermit vollkommen übereinstimmend ist auch das Resultat, welches Hr. Meredith Gairdner[1] aus seinen anhaltenden Barometerbeobachtungen gefunden hat. Dieser fand nämlich im stillen Ocean nördlich vom Aequator aus vielen Beobachtungen 30,093 und südlich 29,965 engl. Zoll, also im Mittel 30,029 engl. Zoll, im atlantischen Meere dagegen nördlich 30,003 und südlich 29,895, im Mittel also 29,949 engl. Zoll. Zwar sind diese Größen nicht wegen der Temperatur corrigirt, allein die von ihm selbst zugleich mit angegebenen Temperaturen sind im atlantischen Meere um eine geringe Kleinigkeit höher, als sie in der Südsee, so daß hiernach ein unmerklicher Unterschied im entgegengesetzten Sinne statt finden müßte. Gairdner selbst berechnet hieraus nach d'Aubuisson's Tafeln einen höhern Stand des atlantischen Oceans über die Südsee von 21 Metern ohne Rücksicht auf den Coefficienten der Wärme. Auch Quevedo's durch v. Humboldt[2] bekannt gemachte Barometerbeobachtungen geben die Meereshöhe an der Westküste America's tiefer an, als an der Ostküste. V. Humboldt ist zwar geneigt, dieses aus meteorologischen Gründen abzuleiten, allein die eben angegebene Hypothese läßt sich wenigstens mit sehr triftigen Gründen unterstützen, worunter auch gehört, daß nach den Messungen französischer Ingenieurs der Wasserspiegel im mexicanischen Meerbusen höher ist als

---

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXII. p. 292.

2 Poggend. Ann. T. XXXVI. p. 254.

Digitized by Google

des atlantischen Oceans an der Ostküste Florida's[1]. Der S
gel des arabischen Meerbusens bei Suez liegt nach den n
sten Messungen französischer Ingenieurs, welche bei Gele
heit der ägyptischen Expedition namentlich durch Lepère
geführt wurden, höher als der des mittelländischen Meere
Alexandrien, und zwar 8,1 Meter bei niedrigstem und
Meter bei höchstem Wasserstande an beiden Orten[2]. D
auffallende Resultat läfst sich inzwischen aus dem eben a
gebenen Grunde leicht erklären, insofern das nach Weste
gen Africa's Küsten strömende Wasser durch die Strafse
el Mandeb in das rothe Meer getrieben wird. Man hat
von einen nachtheiligen Einfluss gefürchtet, auf den Fall,
die Landenge bei Suez durchgraben werden sollte; allei
würde in dem hierdurch gebildeten Canale nur eine Strö
entstehn, deren Geschwindigkeit kaum die der langsam
Flüsse erreichen könnte. Der Unterschied des Wasserspi
beider Meere beruht übrigens zugleich auch auf der ange
menen Vertiefung des mittelländischen Meeres, wovon u
(§. 87.) weiter die Rede seyn wird. Auch der Spiegel
schwarzen Meeres ist beträchtlich höher, als der des mi
ländischen, was dann die starke Strömung im Mare di
mora und bei den Dardanellen verursacht, und ebenso
man bei den Messungen im Jahre 1782 den Spiegel der
see um 8 F. höher, als den der Nordsee[3]. Zur Erkl
der beiden letzten Ausnahmen dient der starke Wasserz

---

1 Arago in Edinburgh New Phil. Journ. N. XLI. p. 50.

3 Ann. Chim. et Phys. T. I. p. 55. T. XV. p. 399. T. XV
310. Arago in Edinb. New Phil. Journ. N. XLI. p. 47.

3 Nordenanker von den Strömen der Ostsee. Uebers. von
sing. Leipz. 1795. Man betrachtet dieses als den Grund der st
Strömung im Sunde. V. Hoff a. a. O. bestreitet jedoch diese
hern Stand der Ostsee, weil sie durch zu viele Oeffnungen mi
Nordsee in Verbindung steht und nach Niemann Handbuch des sc
wig-holsteinschen Landeskunde. Th. I. S. 56. der Wasserspiegel
Kiel 5,5 Fufs niedriger gefunden worden ist, als am Ausfluss
Eyder. Genauere Messungen ergeben indefs mit Rücksicht auf die
duction aus Ebbe und Fluth einen um 1 Fufs 2 Zoll höhern S
des baltischen Meeres bei Kiel, als des deutschen Meeres nach W
mann in Poggendorff's Ann. II. 444, nach Rikse ebend. XVIII.
beträgt aber der Unterschied 8 par. F. im Mittel. Vergl. v.
a. a. O. Th. III. p. 828.

Digitized by Google

den weiten umgebenden Länderstrecken und die geringere Verdunstung bei der nördlichern Lage dieser eingeschlossenen Meere, hauptsächlich aber die geringere Salzigkeit der Ostsee und die gröfsere des mittelländischen Meeres, wovon später die Rede seyn wird.

4) Bei weitem die wichtigste und am meisten ventilirte Frage betrifft die unveränderliche Höhe des Meeres im Allgemeinen[1], die jedoch bei weitem nicht so sehr Gegenstand der lebhaftesten Discussionen geworden wäre, als wirklich geschehn ist, wenn nicht an verschiedenen Orten Erscheinungen aufgefallen wären, deren einige ebenso deutlich auf ein allmäliges Sinken des Meeresspiegels führen, als andere ein Steigen desselben andeuten. Zuvörderst kann sich diese Untersuchung nicht bis auf diejenigen Zeiten erstrecken, in denen mindestens unsere Erdrinde bedeutende Veränderungen erlitten hat; denn die Beobachtungen zeigen namentlich durch die Lagerungen urweltlicher Thierreste, dafs das Wasser früher selbst die Berge bis nahe an ihre Spitze bedeckte, was jedoch nach den neuesten Ansichten als eine Folge von Auftreibungen oder Hebungen betrachtet wird[2]. Beschränken wir uns demnach blofs auf dasjenige, was innerhalb der geschichtlichen Zeit liegt, und betrachten wir die Sache zuerst im Allgemeinen, so kann weder die Unmöglichkeit eines allmäligen Sinkens noch eines allmäligen Steigens des Meeresspiegels, selbst während eines im Wesentlichen sich stets gleichbleibenden Zustandes unsers Erdballs und seiner Kruste, dargethan werden. Schliefsen wir zuerst die Hypothese als ganz unzulässig aus, dafs ein Theil des Wassers in Dampf verwandelt und durch stets zunehmende Verdünnung an die äufserste Grenze der Atmosphäre geführt sich im Weltraume zerstreuen könnte, die auf jeden Fall höchst unwahrscheinlich genannt werden mufs, so ist es dagegen keineswegs undenkbar, dafs das Wasser, insbesondere durch den enormen Druck der hoch über einander

1 K. E. A. v. Hoff in: Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Gotha 1822. 3. Th. 8 Th. I. S. 401 ff. hat diesen Gegenstand ausführlich untersucht, woraus ich hier das Wichtigste mit wenigen Ergänzungen mittheile.

2 *Vergl. Geologie.* Bd. IV. S. 1284.

Digitized by Google

liegenden Schichten des Meeres getrieben, fortwährend in die Erdkruste eindringe. Eine völlig genügende Widerlegung dieser Hypothese könnte nur auf eine genaue Kenntnifs der tiefer liegenden Erdschichten und Felslagerungen, kurz eine genaue Kenntnifs der Beschaffenheit unserer Erde bis unerreichten und wahrscheinlich unerreichbaren Tiefen gegeben werden, die jedoch namentlich in Beziehung auf die ausgedehnten Strecken unter dem Meeresboden gänzlich außer dem Bereiche der Möglichkeit liegt. Minder gewichtig würde das Argument seyn, wenn man annehmen wollte, dafs ein Theil des Wassers zur Bildung fester Körper auf den trockenen Theilen des Erdballs verwandt werde; denn gesetzt auch die Eisberge und Gletscher erhielten eine allmälige größere Zunahme, als aus den Beobachtungen hervorgeht (da eine Vermehrung des Polar-Eises gar nicht in Betracht kommen kann, weil ein dieser proportionaler Theil in das Wasser wieder abgedrückt werden und dieses daher wieder zum Steigen bringen müfste), so wäre dieses eine durchaus unbedeutende, keine wahrnehmbare Folgen äufsernde Sache. Sonstige, aus den Bestandtheilen des Wassers gebildete Körper sind bis jetzt aufzufinden, da eine Vermehrung der organischen Stoffe während der historischen Zeit durch nichts begründet wird und aufserdem die ganze Masse derselben, wenn sie aus dem vorhandenen Wasser ihre Bestandtheile genommen hätten, keine merkbare Verminderung der Meere verursacht haben könnte. Das Eindringen des Wassers in die tiefern Lagen der Erdkruste, auch ohne das oft angegebene Hülfsmittel grofser vorhandener Höhlen, ist demnach als die einzige nicht allzu unwahrscheinliche Ursache eines allmäligen Sinkens des Meeresspiegels zu betrachten. Obgleich jedoch diese Hypothese, falls sie jemand aufstellen wollte, nicht absolut widerlegt werden kann, so wird sie doch in einem hohen Grade unwahrscheinlich, wenn man berücksichtigt, dafs man bei tiefern Grabungen stets auf festes Gestein kommt, welches kein Wasser mehr durchläfst, und dafs die vorhandenen lockern Massen

---

1 Beide Mittel als Ursachen der steten Verminderung des Meeres vertheidigt Lor. Luigi Lissuzio in G. XXXI. 323. Vergl. Conjectures sur la diminution apparente des eaux sur notre globe. Par Citoy. Salverte. Par. 1799.

Digitized by Google

Höhlungen zwischen den Felsenklüften in den vielen Jahrhunderten von der letzten Umbildung unsers Erdballs bis auf die historische Zeit schon längst ausgefüllt seyn mufsten.

5) Ungleich wahrscheinlicher ist die Hypothese von einem zunehmenden Steigen des Meeresspiegels, welches hauptsächlich durch zwei unverkennbar wirksame Ursachen herbeigeführt werden könnte. Zuerst stürzen nicht blofs bedeutende Massen von den Ufern ins Meer, sondern die Flüsse führen eine wahrhaft erstaunliche Menge Schlamm und Sand unablässig dem Oceane zu, und wenn auch zur Bildung von Dünen und Neuland ein grofser Theil hiervon wieder verwandt wird, so bleibt doch immer noch ein bedeutender Ueberschufs, um so mehr, als das Material zur Erzeugung der bekannten Deltа's und sonstiger aus dem Meere hervorwachsender Erhebungen in der Regel durch die Flüsse aus dem Festlande zugeführt wird. Obgleich es daher schwer zu ermitteln ist, ob bei den Eroberungen, welche an den verschiedenen Orten bald das Meer, bald die Erde macht, ein Uebergewicht auf die eine oder die andere Seite falle, oder ob beide einander ausgleichen[1], so ist doch die Verminderung der Berghöhen so unverkennbar, dafs ein wahrnehmbares Wachsen des Meeresspiegels hiernach mindestens sehr wahrscheinlich wird. Die Data für eine Schätzung der Gröfse dieser Vermehrung in einer bestimmten Zeit sind höchst unsicher, und es ist daher eine sehr gewagte Bestimmung, wenn Manfredi[2] aus denen, die er hierbei zum Grunde legt, folgert, der Meeresboden werde durch die zugeführten Erdtheile in 348 Jahren eine Erhöhung von 5 Zoll erhalten; ungleich richtiger dagegen schliefst v. Hoff[3] aus seinen Untersuchungen dieses Gegenstandes, dafs nicht mehr als ein Jahrtausend erforderlich seyn dürfte, um ein Steigen des Meeresspiegels im Betrage von etwa einem Fufs sichtbar zu machen. Wie dem aber auch sey, so führen diese Betrachtungen im Ganzen doch zu dem Resultate einer allmäligen Erhöhung des Meeres.

Weniger wirksam und minder allgemein ist eine zweite Ursache, aus welcher ein scheinbares Steigen des Meeres ab-

---

1 Vergl. *Geologie.* Bd. IV. S. 1314.

2 Comm. Bonon. T. II. P. 1. p. 237. P. 2. p. 1.

3 Geschichte der Veränderungen u. s. w. Th. I. S. 404.

Digitized by Google

geleitet werden könnte, nämlich ein allmäliges Sinken des L
landes, namentlich an den Küsten. Dafs die Felsen, wo
die Berge gebildet sind, durch ihre eigene Last während
histor. Zeit noch mehr zusammengedrückt worden seyn soll
als sie schon während der früher verflossenen vielen Jahrh
derte waren, ist zwar nicht wohl vorstellbar, die ungleich lo
rern Küstenländer aber konnten allerdings durch ihren eige
Druck compacter werden und können dieses noch fortw
rend, ohne auf das Wegspülen des Erdreichs durch Wa
Rücksicht zu nehmen, insbesondere bewaldete Strecken, w
sie nach der Abholzung mehr austrocknen. Ihr hierdurch
wirktes Sinken würde dann ein scheinbares Steigen des M
resspiegels zur Folge haben, obgleich die Täuschung du
das Messen der Höhen an Ufern mit anstehenden Felsen w
der verschwinden müfste.

6) Aus diesen Betrachtungen folgt mit überwiegen
Wahrscheinlichkeit, dafs die Höhe des Meeresspiegels w
rend der historischen Zeit unverändert bleiben mufste,
wenn irgend eine Veränderung erfolgte, so konnte diese ni
wohl eine andere, als ein geringes Steigen seyn, welches a
wegen seiner Unbedeutsamkeit schwerlich beachtet worden s
würde, und die aufgeworfene Frage wäre daher ohne Zweifel
kein Gegenstand ausführlicher Untersuchungen geworden, w
nicht einige auffallende Resultate der Beobachtungen die A
merksamkeit der Physiker rege gemacht hätten. Die alten
gen von einem höhern Stande verschiedener Meere, name
lich was bereits an einem andern Orte[1] über das schwa
Meer gesagt worden ist, obwohl dessen nicht zu bezweifeln
höherer Stand, nach den noch vorhandenen Spuren, in die Z
nach der letzten Umbildung unserer Erde fällt, werden h
billig mit Stillschweigen übergangen. Berzelius[2] suchte u
fand bei Uddevalla, 200 F. über dem jetzigen Meeresspieg
solche Muscheln, welche noch jetzt an jenen Küsten leb
und sich stets im Spiegel des Meeres aufzuhalten pflegen;
lein diese Thatsache ist zur Beantwortung der vorliegend
Frage nicht geeignet, weil sich die Zeit nicht bestimmen lä

---

1 S. *Geologie*. Bd. IV. S. 1816.

2 Jahresbericht über die Fortschritte d. phys. Wissensch., übe
von Wöhler. Berlin 1826. 5ter Jahrg. S. 292.

Digitized by Google

wenn das Meer bis an diese Höhe gereicht haben mag. Auch Tromsöe in Norwegen ist nach L. v. Buch[1] über einer Schicht zerbrochener Muscheln von etwa 20 F. Höhe erbaut, welche früher unter Wasser waren, woraus dieser Gelehrte kein Sinken des Meeres, sondern umgekehrt ein Steigen des Landes folgert; allein auch hierbei, so wie rücksichtlich der vielen ähnlichen Beweise, welche Keilhau[2] neuerdings für eine Erhebung der norwegischen Küsten beigebracht hat, gilt das so eben angegebene Argument der Unbestimmtheit der Zeit, in welche diese Veränderung gehören mag.

7) Keine Gegend der Erde ist in Beziehung auf Spuren eines allmäligen Sinkens des Meeres so berühmt geworden, als Scandinavien. Was man aus den alten Schriftstellern hierüber zu folgern suchte, ist nach der durch v. Hoff angestellten kritischen Prüfung ohne alle Beweiskraft. Dennoch aber versichern alle diejenigen, welche die Ost- und Südostküste Schwedens genau kennen, dafs sie noch während der geschichtlichen Zeit über den frühern Meeresspiegel gehoben worden sind. Es finden sich an verschiedenen Orten nicht blofs eiserne, zum Anbinden der Kähne früher dienende Ringe, die gegenwärtig für diesen Zweck zu hoch sind, sondern man sieht auch noch die schrägen Felsen, auf denen früher die sich sonnenden Seekälber erschlagen wurden, die aber gegenwärtig von diesen Seethieren nicht mehr erreicht werden können. Die hiernach bei den Bewohnern jener Küsten allgemein herrschende Annahme von einem in frühern Zeiten höhern Stande des Meeres bewog daher Dalin[3] den Satz auszusprechen, das Land sey ein neu entstandenes und viele jetzt trockne Gegenden seyen nach bestimmt eingehauenen Merkmalen früher unter dem Wasser oder dem Meeresspiegel näher gewesen. Behauptungen dieser Art mufsten die Aufmerksamkeit der Naturforscher rege machen, und namentlich Celsius[4] fand sich daher bewogen, diese

1 Reisen Th. I. S. 442. Vergl. Th. II. S. 278.

2 Magazin for Naturvidenskaberne. T. I. In Edinb. New Philos. Journ. N. XL. p. 425.

3 Geschichte des Reichs Schweden. 1747. Th. I. S. 12.

4 Schwedische Abhandl., üb. v. Kästner. Th. V. Vergl. Catteau-Calleville Gemälde der Ostsee in physischer, geographischer, historischer und merkantilischer Rücksicht. Uebers. von Weyland. Weim. 1815. S. 141.

Digitized by Google

Sache zum Gegenstande einer genauern Untersuchung zu
chen, aus welcher dann eine Bestätigung derselben he
ging. Als Hauptargumente führte er an, dafs das Mee
vielen Häfen und Seestädten zurückgewichen sey, was je
meistens eine Folge von Versandungen seyn kann. E
Küsten, wo früher nur einzelne Steine hervorragten, erh
sich später in gröfserer Ausdehnung über das Meer und
schiedene Districte, die nach der Erinnerung bejahrter P
nen unter Wasser waren, konnten später mit Kähnen
mehr befahren werden oder dienten statt zum Fischen
mehr zum Ackerbau. Namentlich werden in alten Urku
gewisse Felsen bei Gefle, Hudikswall, Wasa und Abo
solche aufgeführt, wo sich Seekälber sonnten, die also
Fangen derselben dienten, aber in spätern Documenten
unbrauchbar hierzu bezeichnet sind. Dieses Argument ist
ohne Zweifel das gewichtigste, statt dafs die Beispiele
Kähnen und Ankern, die im Lande gefunden worden seyn sol
wie Celsius und nach ihm Dalin anführen, nur geringe
gar kein Beweiskraft haben. Die Sache schien wichtig ge
durch genauere Untersuchungen geprüft zu werden, und
wurden daher 1731 und später 1752 und 1755 an verschie
nen kenntlichen Klippen Zeichen eingehauen, woraus
beim Nachsehen 1785 folgerte, dafs das Meer binnen 36 J
ren 17 Zoll gesunken sey[1].

Die Hypothese vom Sinken des Meeresspiegels fand
Vielen Eingang, so schwierig es auch ist, sie an sich mögl
und mit anderweitigen Thatsachen vereinbar zu finden,
mentlich bei Car. Linné[2], Wallerius[3], Sam. Chydeni
und Bengt Ferner[5]. Andere erklärten sich indefs entsch
den dagegen, als namentlich Suen Hof[6], Jac. Estl

1 Celsius in Schwed. Abh. Th. V. S. 25. Geisler ebend. Th.
S. 159. Pontoppidan Naturhistorie von Dänemark. S. 86. Norde
ker von den Strömen d. Ostsee. Ueb. von Gröning. Leipz. 1795. S.

2 Diss. de Telluris habit. incremento. 1743. Westgothische Re
1746. Schonische Reise 1749.

3 Hydrologie. 1748.

4 Disput. de decrementis aquarum in Sinu Bothnico. 1749.

5 Tvisten om Vattu-minskningen. Stockh. 1765. Uebers. in Jou
de Phys. 1777.

6 Diss. de metamorphosi Telluris. Stockh. 1737.

Digitized by Google

[1], Eric Jul. Biörner[2], K. Fr. Melander[3], Jac. Ga-[4], G. J. Browallius[5], Eph. Otto Runeberg[6], Sue-Reise[7] und Pontoppidan[8]. Browallius erklärt die beobachteten Veränderungen für blofs local und re-, sein Sohn, G. Joh. Browallius[9], führt an, dafs eini-Felsen allerdings gehoben, andere dagegen gesunken zu scheinen, welche Erscheinung Runeberg als eine Folge der Auswaschung des Bodens unter manchen solchen Geschie-erklärt. Den aus der Erhöhung der absichtlich eingegra-Zeichen hergenommenen Beweis suchen die Gegner, welche vorzüglich v. Hoff zu zählen ist, dadurch zu schwächen, dafs sie annehmen, die hierzu dienenden Felsen nur blofs Geschiebe, und da die See erweislich solche Fels-, wenn sie auch mehrere Tonnen Gewicht haben, nicht bewegt, sondern sogar bei heftigen Stürmen weit auf das Ufer wirft, wie namentlich bei Bell-Rock Lighthouse in Schott-[10] und bei Castle Stuart in Inverness Shire[11] geschehn , so läfst sich sehr wohl denken, dafs auch die im Meere liegenden Felsen durch das Eis gehoben oder durch den Stofs der Wellen gelüftet werden, worauf sie dann in beiden Fällen durch den unter sie getriebenen Sand am Herabsinken zu ihrer vorigen Tiefe gehindert wurden. Allerdings wäre hierbei die Hauptfrage, ob keiner jener Felsen anstehendes Gestein gewesen sey, inzwischen ist Vargas Bedemar[12] ge-, selbst den gröfsten Theil der Scheeren für solche her-

---

1 Dispot. de numero regnorum naturae cet. 1744.

2 Das uralte Alter des schwedischen Reichs.

3 Diss. de superficie telluris. 1749.

4 Schwed. Abhandl. 1751. Th. XIII.

5 Betänkande om Vattaminskingen. Stockh. 1755. Histor. und physik. Unters. von der vorgegebenen Verminderung des Wassers u. s. w. Stockh. 1756. 8.

6 Schwed. Abhandl. Th. XXVII. S. 73.

7 Sammlungen und Erinnerungen zur Erläuterung der schwedischen Historie. 1749.

8 Von der Neuigkeit der Welt. Th. I.

9 Diss. examen animadversionum pseudonymi cuiusdam de hypothesi diminutionis aquarum sistens. Aboae 1757.

10 Edinb. Phil. Journ. No. V. p. 42.

11 S. LXIX. 105.

12 Reise nach d. hohen Norden. Th. II. S. 30. u. a. a. O.

Digitized by Google

abgestürzte Geschiebe zu halten. Aufserdem werden eber den schwedischen Küsten viele anderweitige Thatsacher geführt, die vielmehr ein Steigen des Meeres oder minde ein Gleichbleiben seiner Höhe beweisen sollen. Die nac ren Jahrringen über dreihundert Jahre alten Fichten dicht dem Spiegel des finnischen Meerbusens müfsten ursprün unter dem Wasser gewachsen seyn, was unmöglich ist, Fundament der Schlösser von Sonderburg und Abo wäre der Annahme von Celsius im Wasser erbaut, und Bro lius führt sogar an, dafs an der schwedischen Küste zw drei Ellen unter dem Wasserspiegel eingewurzelte Baumstä gefunden worden sind, in deren einem ein verrostetes M steckte. Ferner steht eine im Anfange des 11. Jahrhun erbaute Kirche zu Naglum nur zwei Ellen über der Me fläche, die Trümmer von Alt-Lödese anderthalb Ellen, der Hylöseholm, auf welchem 1473 die Stadt Göthaham gelegt wurde, liegt fast im Spiegel des Meeres. Auch sonstigen Puncten entnommene Zeichen streiten gegen ein ken des baltischen Meeres. Die schon in Urkunden von erwähnte kleine Insel Saltholm unweit Kopenhagen wir Winter überschwemmt und dient blofs im Sommer zu W weiden, müfste also früher ganz unter Wasser gewesen s Aus den genauen, durch Rawert und Gaarlieb[1] auf B holm in dieser Beziehung angestellten Untersuchungen zwar hervor, dafs der Wasserstand um dieselbe in frü Zeiten höher war, allein dieses reicht über die Zeit der schichte des Nordens hinaus und in der spätern Periode sich der Stand des Wassers nicht geändert. Namentlich auch aus den neuesten, zu Pillau mit gröfster Sorgfalt a stellten Messungen sicher hervor, dafs dort der Spiegel Ostsee in 19 Jahren von 1815 bis 1833 sich durchaus n geändert hat[2].

Wie treffend aber auch diese Argumente seyn mögen, sich durch viele andere noch leicht vermehren liefsen, so die Beweise für das Gegentheil doch so überzeugend, selbst die besonnensten und gewiegtesten Forscher die Ue

1 Bornholm beskreven pan en Reise in Aaret 1815. Kiöven 1819.

2 S. Bannasch in Poggendorff's Ann. XXXVI. 209.

Digitized by Google

ugung von einer Veränderung der Höhe des bothnischen
leerbusens nicht aufgeben, und da ein Sinken der Ostsee ohne
in gleiches Verhalten des ganzen Oceans unstatthaft seyn
ürde, wogegen jedoch eine Menge Thatsachen streiten, so
immt man nach dem Vorgange von L. v. Buch[1] vielmehr
ine partielle Hebung der schwedischen Küsten an. Aus die-
em Grunde hat die Aufgabe in der neuesten Zeit wieder zwei
Bearbeiter gefunden, Bruncrona und Hällström, welche
ohne Entscheidung für die eine oder die andere der beiden
Hypothesen nur erst die Thatsache mit parteiloser, tiefer
Gründlichkeit festzustellen sich bestrebt haben[2]. Viele der
rüher für ein Sinken des Meeres angeführten Thatsachen be-
iehn sich zwar auf nichts anderes, als auf ein Versanden und
in Ansetzen von neuem Lande, wodurch die Tiefe des Mee-
es verringert oder die Küsten erhöht zu werden schienen, al-
in es sind zugleich die ältern und neuern Zeichen nachgesehn
orden, auch haben sich Merkmale und Felsenspitzen über der
leeresfläche gezeigt, die früher nicht vorhanden waren. Hier-
urch ist vorläufig das Sinken des bothnischen Meerbusens
rgethan, dabei aber noch keineswegs weder dessen Allge-
einheit noch Gröfse, und ob dasselbe ununterbrochen oder
n gewissen Perioden, gleichmäfsig oder veränderlich erfolgt,
ewiesen. Vor allen Dingen war es schwer, den mittlern
Vasserstand auszumitteln, den man nur nach ungefähren An-
ben annehmen mufste, weil der Spiegel der Ostsee aufser
n häufigen Schwankungen zuweilen in Folge der herrschen-
n Winde anhaltend einen höhern oder niedrigern Stand hat,
) dafs eine scharfe Bestimmung des eigentlichen Mittels gro-
en Schwierigkeiten unterliegt. Aufser diesen Schwankungen,
ie von geringer Höhe durch den Einflufs der Winde wohl
allen Buchten und eingeschlossenen Meeren erzeugt wer-
n, hat man nämlich bei der Ostsee auch solche wahrge-
mmen, die mit den *Seiches*[3] im Genfer-See Aehnlichkeit
haben scheinen. Die Ostsee steigt, namentlich im Herbste,
einigen Orten bis 3,5 Fufs über den mittlern Spiegel. Man

1 Reisen. Th. I. S. 442. Vergl. Th. II. S. 278.

2 Aus den schwedischen Denkschriften für 1823 zusammenge-
ellt durch Poggendorff. S. dessen Ann. II. 309.

3 Vergl. *See.*

hat dieses von den Winden abgeleitet, allein zwischen b
Phänomenen zeigt sich durchaus kein Zusammenhang,
die Hypothese, dafs mehr Wasser durch Westwinde he
geführt werde, ist unzulässig, weil fast 5 Tage erfordert
den, wenn die hierzu hinreichende Wassermasse durch den
und die Belte einströmen sollte, und doch geschieht das
gen bis 2 Fufs in 24 Stunden und dann wächst die
schnell bis 3,5 Fufs. Schulten leitet das Phänomen von
änderten Luftdrucke ab, da es in der Regel den Baron
veränderungen vorausgeht[1]. Inzwischen erzeugt der im
mer oft lange anhaltende mittlere Stand an Klippen und
sten den sogenannten Wasserrand, den man ziemlich
als richtiges Zeichen annehmen kann und welcher aufs
durch die bis dahin reichenden Moose scharf bezeichnet
Die Resultate der Messungen, wie viel das allmälige S
des Meeresspiegels beträgt, stimmen zwar nur wenig mi
ander überein, allein die Mittel aus ihnen geben für die
zelnen Orte nur unbedeutend abweichende Gröfsen. F
nen Zeitraum von 100 Jahren wurde nämlich gefunden
Raholmen 3,71 Fufs, bei Stor-Rebben 4,61 F., bei
4,34 F., bei Rönskär 4,20 F., bei Vargön 4,40 F. un
Löfgrundet 4,35 Fufs, also im bothnischen Meerbusen im
tel 4,26 Fufs. Einen Mangel an Uebereinstimmung de
fundenen Gröfsen hat man schon früher als ein Argumen
gen die Hypothese des Celsius vorgebracht[2], indem die
schiedenen eingegrabenen Zeichen 25, 48, 33 und 57
Senkung für 100 Jahr gegeben haben sollten; man sieht
dafs auch dieser Einwurf bei genauerer Beleuchtung viele
seiner Wichtigkeit verliert. Das Sinken des Meeres
nämlich nicht überall und allgemein gleichmäfsig an
sämmtlichen Küsten der ganzen scandinavischen Halbinsel
vielmehr gilt die oben mitgetheilte mittlere Gröfse nur f
Ostküste des bothnischen Meerbusens. Sehr genaue Me
gen sind zu Calmar durch Wikström schon 1754 angef
und von Fridelius seit 1797 bis 1802 fortgesetzt worden, i
eine an einem festen Gegenstande befindliche Scale i

1 Cattrau de Calleville Gemälde der Ostsee. D. Ueb. W
1815. S. 113.

2 S. Hermes oder encyklop. Zeitung 1823. N. XVIII. S. 1

Digitized by Google

herabhing, an welcher täglich der Stand des Wassers gelesen und hierdurch ein jährliches Mittel erhalten wurde. Es ergiebt sich ein Sinken von 2 Fufs in 100 Jahren, doch ist es nach andern Anzeigen nicht wahrscheinlich, dafs diese regelmäfsige Senkung ein ganzes Jahrhundert gedauert habe, weil sonst die Wirkungen gröfser seyn müfsten, und dafs dies läfst sich auch von vielen der übrigen Resultate sagen. Die Erscheinung des Sinkens zeigt sich nicht weiter südlich an den Küsten Hallands oder Schonens, noch auch an den westlichen dänischen Küsten des Kattegats und der nördlichen Küste der Ostsee, so dafs also ein ohnehin unwahrscheinliches Sinken des Meeresspiegels wegfällt und eine Hebung gezwungen ist, wie oben bereits gesagt wurde, mit L. v. Buch eine periodische, ungleiche und unmerklich erfolgende Hebung der schwedischen Küsten anzunehmen. Berzelius[1] erklärt diese Thatsache für völlig ausgemacht, führt als weitere Beweise die Resultate an, welche aus den durch Bidderstolpe am Mälarsee von 1825 bis 1833 angestellten Messungen des Wasserstandes, verglichen mit älteren, hervorgehen, und findet die Ursache dieses Phänomens in einer allmäligen Abkühlung des Erdballs, wodurch sein Volumen vermindert wird, einige Theile einsinken, andere aber in Folge entstehender Falten und Biegungen erhöht werden[2].

8) Durch die hier erörterten überwiegenden Gründe bewogen hat denn auch v. Hoff später[3] seinen Widerspruch gegen die Thatsache insoweit zurückgenommen, dafs zwar ein allgemeines Sinken des Meeresspiegels für unbegründet gehalten, die angegebene Hebung gewisser Strecken aber allerdings zugestanden werden mufs. Zugleich zeigt derselbe, dafs die neuerdings durch L. v. Buch und Al. v. Humboldt mit grofser Behutsamkeit geäufserte, von den neuesten Geologen so beifällig aufgenommene, mit den überzeugendsten Thatsachen so genau zusammentreffende Hypothese von einem allmäligen theilweisen Emporkommen des Festlandes aus dem

1) Jahresbericht XIV. Jahrgang 1835. S. 386.

2) Diese Hypothese steht mit den Resultaten im Widerspruche, welche La Place aus seinen Untersuchungen über die Temperatur der Erde gefunden hat. Vergl. *Erde*. Bd. IV. S. 985.

3) Geschichte der Veränderungen u. s. w. Th. III. S. 316.

Meere ursprünglich durch Moro[1] aufgestellt und durch Menbach[2] beiläufig angedeutet worden ist. Hiernach habe sonstigen Angaben über Hebungen von Küsten nicht mehr so grofse Unwahrscheinlichkeit, jedoch mufs man noch i vorsichtig seyn und die Zeugnisse behutsam prüfen, ehe ihnen volle Gültigkeit beilegt, insbesondere da die so hä Versandungen der Busen und Buchten oder auch das En von neugebildetem Lande so häufig als Zeichen des sinke Meeres gelten. Vorzüglich hat Maillet[3] die Hypothese einem allmäligen Sinken des Meeresspiegels vertheidigt zum Beweise einige Oeffnungen in alten, zu den ehem Befestigungen Carthago's gehörigen Mauern angeführt, die her auf den Wasserspiegel herabreichend jetzt 4 Fufs da hervorragen. Auch eine Klippe, Grimaldi genannt, zwi Genua und Spezzia, die früher unter Wasser den Schiffe fährlich war, ragte später zwei Fufs über die Oberfläche vor. Auf ungleich genauern Beobachtungen beruht die hauptung von Playfair[4], dafs die schottische Küste u kennbar höher über die Meeresfläche gehoben worden seyn und von Reinwardt[5], welcher bei seinem Aufenthalte au sundischen und moluckischen Inseln zu der Ueberzeugun langte, dafs die letzteren stets mehr aus dem Wasser he treten. Kühner ist die Behauptung von Latrobe[6], je durch eine Menge aus genauer Localkenntnifs entnomm Thatsachen unterstützt, wonach der ganze Küstendistrict westlich von New-York früher einen 120 Fufs betragende hern Wasserstand gehabt haben soll, und auch Bobl schliefst aus seinen geologischen Beobachtungen, dafs de den von Aegina und Morea sich in successiven Stöfse

1 De' crostacei e degli altri marini corpi che si trovan monti libri due di Ant. Lazzaro Moro. Venez. 1740. Neue Un chungen der Veränderung d. Erdbodens u. s. w. Leipz. 1751.

2 Handbuch d. Naturgeschichte 1779. §. 222.

3 Telliamed ou Entretiens d'un Philosophe indien cet. 1749. T. I. p. 198.

4 Explication sur la Théorie de la Terre de Hutton. p. 5

5 Poggend. Ann. II. 444.

6 Transact. of the Amer. Philos. Soc. T. VI. Philad. 1809. aus in Monatl. Corr. Th. XXVI. S. 241.

7 Journ. of the Roy. Inst. Mai 1831. No. 3.

Digitized by Google

m Meere erhoben habe, deren Spuren er in den bestimmt geschnittenen Stufen und Lagern des Ufers zu erkennen ubt. Inzwischen sind solche Kennzeichen ausnehmend trüisch. Neuerdings bezieht man sich zur Unterstützung der wähnten Hebungstheorie vorzüglich auf die Erhebung der üsten von Otaheiti, wo namentlich in der Gegend von Vespoint jetzt ein Fufssteig gangbar ist, der bei der Entckung der Insel durch Wallis im Jahre 1767 auch beim iedrigsten Stande des Meeres unter Wasser war[1]. Auch Humboldt[2] folgerte aus sichern Kennzeichen, dafs das eer bei den Inseln St. Barthelemy, St. Thomas, St. Martin . a. früher einen 360 F. höhern Stand gehabt habe, wobei doch unbestimmt ist, von welcher Zeit an dieses Sinken zu ariren sey[3], indem es wohl ohne Zweifel zu den vorgeschichtlichen Veränderungen der Erdkruste gehört. Ein Ergnifs, welches die Thatsache solcher Hebungen nicht blofs bestätigen dient, sondern auch die wirkende Ursache näher bezeichnet, ist die durch Maria Graham[4] zuerst bekannt gemachte Hebung der Ostküste von Chili. Als diese zu uintero, eine engl. Meile von der Küste, das heftige Erdbeen erlebte, welches 1822 am 19. Nov. anfing und seine iederholten Stöfse erst im September des folgenden Jahres inzlich endigte, schien gleich am Morgen des 20. Nov. die inze Küste auf einer Strecke von etwa 100 engl. Meilen gehoben zu seyn, wie die unverkennbarsten Spuren darthaten. ie Hebung betrug zu Valparaiso ungefähr 3 Fufs, zu Quintero gegen 4 Fufs. Aehnliche Hebungen an der Küste von Chili nd auch durch das jüngste Erdbeben am 20. Febr. 1835

1 De Zach Corresp. astronom. T. X. p. 266.

2 Journ. de Phys. T. LXX. p. 129.

3 Die Verminderung des Wassers auf unserer Erde, die von vielen Gelehrten aus den hohen Fundorten der Petrefacten gefolgert rd, z. B. von Büffon allgem. Naturgeschichte Bd. II. S. 182, Pauw in Journ. de Phys. T. LXX. p. 306, Lacepede ebend. LXVI. p. 4 u. vielen andern, gehört zur vorgeschichtlichen Zeit und ist also hier nicht zu berücksichtigen.

4 Transact. of the Geological Soc. Ser. T. I. p. 415. Vergl. oggendorff's Ann. III. 344. Vertheidigung dieser Angaben gegen arlsocon's Einwendungen in Silliman Amer. Journ. T. XXVIII. p. 9.

Digitized by Google

hervorgebracht; deren Untersuchung auf frühere Erei
dieser Art in den Jahren 1730, 1751, 1822 und ander
führt hat[1]. Dagegen führt Pingel[2] eine Menge von
sachen an, aus denen hervorgeht, dafs die Westküste
Grönland schon seit mehrern Jahren beträchtlich sinkt, so
einzelne kenntliche Stellen jetzt stets unter Wasser sind
früher über die Oberfläche des Meeres hervorragten.

Beiläufig möge auch erwähnt werden, dafs Hedenst
Gründe für eine allmälige Abnahme des Eismeers aufgefu
zu haben glaubt, deren gründliche Prüfung jedoch hier
am rechten Orte seyn würde.

9) Man hat den Behauptungen von einem periodi
Sinken des Meeresspiegels verschiedene andere Beobacht
entgegengesetzt, welche vielmehr ein Steigen desselbe
deuten. Beschränken wir uns auf diejenigen Thatsachen,
che wegen besserer Begründung eine etwas gröfsere Be
kraft haben, so ist kaum zu nennen, dafs in den Niederl
das Binnenwasser gegenwärtig durch Schleusen gehoben
den mufs, um abzufliefsen, und dafs sich einige Trü
altrömischer Gebäude unter dem Meeresspiegel befinden;
es ist eine keineswegs kühne Voraussetzung, dafs der l
Boden jener Gegend an vielen Stellen gesunken sey, ja m
glaubt an eine Senkung jenes ganzen Küstendistricts in
der allmäligen Austrocknung. Auch die ununterbrochenen
gröfserungen einiger Meeresbuchten an den niederländi
Küsten, namentlich des Harlemer, des Leidener, des
ringer und des alten Meeres, welche von 1531 bis 1591
lich 96,5 Morgen, von 1591 bis 1647 jährlich 30 M
von 1647 bis 1687 jährlich 25,2 Morgen und von 16
1740 jährlich 26 Morgen betragen haben sollen[4], könne
als eine Eroberung, aber nicht als ein Steigen des Meere
trachtet werden. Sonstige Spuren dieser Art will man h
sächlich an den italienischen Küsten wahrgenommen h

---

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. XLIV. p. 74. Vergl. P
1835. N. 141. p. 21.

2 London and Edinb. Phil. Mag. N. XLIV. p. 78.

3 Berghaus Ann. d. Erd-, Völker- u. Staatenkunde. 183
1832. Jan. Bibl. univ. 1832. Jul. p. 322.

4 Beekhey's Naturgeschichte von Holland. Th. I. S. 180.

Digitized by Google

nach Simonde[1] ein stetes Steigen des mittelländischen Mee-
nnimmt, welches die Ebenen zu überschwemmen drohe.
rio Zendrini erzählt, dafs man bei den Ausgrabungen
der venetianischen Insel St. George zur Anlegung des
-Franc einige Fufs tief unter dem Meere eingerammte
le und Reste einer steinernen Treppe fand, wovon 5
ufs ausgegraben wurden. Nicht weit davon fand man ge-
ne Steine mit dem Namen des Verfertigers, deren Buch-
ben über das Alter der Römer hinausgingen, woraus also
gen würde, dafs die Lagunen schon früher bewohnt wa-
n und der Meeresspiegel sich stets gehoben habe. Als er
ht nebst Manfredi im Jahre 1731 einige Gegenden un-
Ravenna von stehenden Gewässern befreien sollte, ent-
te man bei einer Reparatur an der Cathedrale 4 F. 7 Z.
ter dem damaligen Pflaster ein älteres, welches nach der
ung von Manfredi nur 6 Z. über dem niedrigsten, aber
Z. unter dem höchsten Wasserstande lag, und da die Kir-
zur Zeit des Theodosius erbauet war, so sollte also der
resspiegel während der verflossenen 1330 Jahre um 8 Z.
gen seyn[2]. Donati[3] berichtet von einem im Jahr 1722
Marcusplatze zu Venedig aufgegrabenen alten Pflaster,
ches 3 F. unter dem Meeresspiegel lag, und von verschie-
ähnlichen Beispielen an den Küsten des adriatischen
eres; jedoch läfst sich dieses alles aus einem Sinken des
ten lockern Bodens sehr leicht erklären. Aehnliche Er-
hungen beobachtete Breislak[4] in Toscana und Ligurien,
mittelländischen Meere, namentlich auch bei Neapel. Un-
andern sind einige Fufsböden des Tempels, welchen Ti-
s auf Capraea bauen liefs, jetzt unter Wasser, ohne dafs
Spuren vulcanischer Erschütterungen wahrnimmt, die je-
mit grofser Wahrscheinlichkeit als Ursache mancher sol-
Veränderungen zu betrachten sind.

10) Am meisten Aufsehn hat eine Reihe von Erscheinungen

---

1 Traité de l'Agriculture en Toscane. Nach v. Hoff a. a. O.
p. 466.

2 Commentar. Bonon. T. II. p. 287.

3 Della storia naturale marina dell' Adriatico. Venez. 1750. 4. Teutsch Donati Auszug d. Naturgeschichte des adriat. Meeres. Halle 1752 gr. 4.

4 Institt. Geolog. T. I. p. 67.

Digitized by Google

gemacht, die am Tempel des Jupiter-Serapis bei Puzzuoli
genommen worden sind, indem sich ganz unverkennbare Sp
namentlich die Einbohrungen der Pholaden in die Säule
den, die nicht anders als aus der Annahme eines bal
hern, bald niedrigern Wasserstandes erklärt werden k
und daher, indem sie beides zugleich beweisen, auc
beiden zugleich im Widerspruche stehn müssen. Nat
war man daher zuerst bemüht, den Thatbestand genau
zumitteln, und da die vorhandenen Spuren keine Mifsde
und selbst keinen Zweifel zulassen, suchte man den W
spruch durch eine angemessene Hypothese zu beseitigen
nige waren der Meinung, die Säulen hätten vor ihrer
wendung zu diesem Tempel, oder wahrscheinlicher
hause, schon eine anderweitige Bestimmung gehabt, w
oben von den Pholaden im Spiegel des Meeres ang
werden konnten, nach ihrer gegenwärtigen Benutzung
sich aber der Boden wieder gesenkt, und hierdurch sey
so die drei in ungleicher Höhe über einander befind
Zeichen der jedesmaligen Wassergrenze entstanden. Gr
NAT[2] suchte Auskunft in der Hypothese, eine benac
Salzquelle habe für eine gewisse Zwischenzeit einen Se
bildet, dessen Wasser bis zu derjenigen Höhe gestiegen
wo die dem Meere zugehörigen oder mindestens nur in
wasser lebenden Pholaden die Spuren des Zernagens zu
liefsen. SICKLER[3] setzt die Thatsache mit einem fr
höhern Stande des mittelländischen Meeres zusammen,
nach dann der Durchbruch bei Gibraltar erst in die Zei
etwa 550 Jahren vor Christi Geburt gesetzt werden m
was v. HOFF mit Recht als ganz unhaltbar verwirft.
den Untersuchungen des Letztern machten zuerst COCHIN
BELLICARD[4] auf die räthselhafte Erscheinung aufmer
nachher theilten ANTONIO PAOLI[5] und PINI[6] ihre Beo

---

1 V. HOFF a. a. O. Th. I. S. 455. u. Th. III. S. 328. hat dies
die Geognosie und die Physik höchst interessanten Gegenstand au
lich behandelt.

2 Biblioth. univ. 1819. p. 285. S Curiositäten. Th. V. S

4 Observations sur les Antiquités d'Herculanum. Par. 1755.
Vergl. Phil. Trans. T. L. p. 160.

5 Antichità di Puzzuoli. Tab. 15.

6 Memorie della Soc. Ital. T. IX. p. 199.

Digitized by Google

ungen darüber mit, G. A. de Lüc[1] und Blumenbach[2] handelten darüber, in den neuesten Zeiten sind eine sehr grofse Menge von Untersuchungen darüber angestellt worden, namentlich durch D. Andr. de Jorio[3], v. Göthe[4], sehr gehaltreich durch James Dr. Forbes[5], Antonio Nicolini[6] und Lyell[7]. Es geht indefs aus einer ungekünstelten Deutung aller Umstände unverkennbar hervor, dafs der Fufsboden des Gebäudes früher höher gelegen habe, als gegenwärtig, da er überschwemmt wird, was gewifs beim Erbauen nicht bezweckt wurde, dafs er aber in einer gewissen Periode noch 24 Fufs tiefer gewesen seyn mufs, denn so hoch über dem jetzigen Wasserspiegel haben die Pholaden die Marmorsäulen angebohrt. V. Hoff folgert auch aus historischen Thatsachen, dafs nach vorhandenen Inschriften das Gebäude unter Marcus Aurelius und Septimius Severus restaurirt wurde, man aber etwa im Jahre 1530 in der Umgegend noch fischte, wonach also die Senkung zwischen das dritte und die Mitte des sechzehnten Jahrhunderts fiele, was auch mit dem Ausbruche der nahen Solfatara im Jahre 1198 und dem Entstehn des Monte nuovo im Jahre 1538, mit welcher letztern Katastrophe eine Hebung jener Gegend verbunden seyn konnte, recht gut übereinstimmt. Ueber das Sinken dürfte man nicht eben verlegen seyn, da solche Senkungen oft die Erdbeben begleiten, die bekanntlich in Italien nicht zu den Seltenheiten gehören. Auch Fr. Hoffmann[8], welcher noch kürzlich diese Gegenden untersuchte, erklärt die so lange Zeit hindurch räthselhaften Erscheinungen aus abwechselnden Senkungen und Hebungen des Bodens.

11) Wenn nach diesen übereinstimmenden und wohlbe-

1 Journ. de Phys. T. XLIX. p. 425.

2 Spec. hist. nat. antiquae artis operib. illust. p. 9.

3 Ricerche sul Tempio di Serapide in Puzzuoli. Nap. 1820. 4.

4 Zur Morphologie. Th. II. S. 79.

5 Edinburgh Journ. of Science New Ser. No. II. p. 280.

6 Rapporto sulle acque che invadono il pavimento dell' antico edificio detto il Tempio di Giove Serapide. Napoli 1829. 4. Alcune idee sulle cause delle fasi del livello del Mare. Nap. 1829. 4.

7 Principles of Geology. T. I. p. 449.

8 Karsten Archiv für Mineralogie, Geognosie u. s. w. Th. III. S. 374.

Digitized by Google

gründeten Thatsachen örtliche, periodische und ohne au
lende Katastrophen allmälig bewirkte Hebungen des Bo
nicht weiter zweifelhaft sind, Senkungen einzelner Orte
Strecken aber unter die gar nicht ungewöhnlichen Erschei
gen gehören, so folgt hieraus, dafs über eine Veränderung
Meeresspiegels aus localen Kennzeichen nicht entschieden
den kann, das Urtheil hierüber vielmehr aus einer Ueber
des Ganzen begründet werden mufs. Es giebt aber aufser
bereits erwähnten, zu entgegengesetzten Schlüssen führen
Thatsachen noch eine bedeutende Menge, die auf eine
Jahrhunderte unveränderliche Höhe des Meeresspiegels sch
fsen lassen. Als hauptsächliche Beweise, die v. Hoff
führt, können folgende dienen. Die Bäder in den Felsen
Alexandrien und die Steine im Hafen, die das Ankern
dern, sind seit der frühesten Periode dieser Stadt bis auf
neuesten Zeiten herab unverändert geblieben[1]; der Hafen
Gortyne auf Creta hat nach Tournefort[2] noch dieselbe
stalt, wie Strabo beschreibt, und ebenso bemerkt man an
Felsen und Hafen-Anlagen bei Triest nach der Aussage
Einwohner seit dem Aufblühn des Handels dieser Stadt
auf die jetzigen Zeiten keine Veränderung. Insbesondere
die homerische Beschreibung der Felsen Scylla und Chary
noch genügend auf ihre jetzige Beschaffenheit[3], der uralte
fen von Marseille zeigt keine Spuren einer Veränderung
Meereshöhe; ebendieses ist der Fall bei den Mauern
Cadix, und eine Menge Untersuchungen, welche Dax[4] ü
die Küsten von Aigues-Mortes angestellt hat, zeigen
seit mehrern Jahren gleichbleibende Höhe des Meeresspiegel

12) Es giebt jedoch eine Thatsache, die bei diesen U
tersuchungen nicht übergangen werden darf, da es in
That schwer fällt, sie mit der unveränderlichen Höhe
Meeresspiegels in Einklang zu bringen. Forster[5], Pro
und viele andere Seefahrer haben auf die Inseln aufmerks

1 Boreau de la Malle Géogr. phys. de la Mer noire. Cha
p. 16.
2 Voyages. T. I. Lett. 2. p. 76 u. 98.
3 Spallanzani Reisen. T. IV. p. 147.
4 Monatl. Corr. Th. XXV. S. 409.
5 Bemerkungen. S. 125.
6 Dessen Reisen. Th. I. S. 122.

Digitized by Google

macht, welche namentlich in der Südsee von den zahlreichen Arten der Corallenthierchen aufgeführt werden. Es ist zwar bereits gezeigt worden[1], wie diese merkwürdigen Erzeugnisse bis zu einer gewissen Höhe über dem Meeresspiegel anwachsen, obgleich die sie erzeugenden Thiere nicht aufser der Wasserfläche leben können, allein merkwürdig bleibt es doch allerdings, dafs bei den meisten nicht etwa die später erzeugte bedeckende Dammerde, sondern die eigentlichen madreporichen Gebilde höher hervorragen, als die höchsten Fluthen steigen, wenn gleich einige der jüngern noch in seltenen Fällen bei heftigen Stürmen überschwemmt werden. Gerade der Umstand, dafs die nach verschiedenen Indicien jüngeren Inseln zuweilen überschwemmt werden, macht die Sache noch auffallender. Mac Culloch[2] nimmt zwar an, sie seyen nach ihrer Vollendung durh vcnlcan. Kräfte gehoben worden; allein es ist kaum denkbar, dafs solche Hebungen alle jene Inseln oder wenigstens bei weitem die Mehrzahl getroffen haben sollten, weil dann leichter eine allgemeine Hebung des Meeresbodens anzunehmen wäre. Nimmt man daher diese Thatsache mit den oben (§. 4. u. 5.) bereits erwähnten Gründen zusammen, die eine allmälige Erhöhung des Meeresspiegels vermuthen lassen, so wird eine allgemeine Verminderung der Wassermasse des Oceans mindestens in einem hohen Grade wahrscheinlich, deren Ursache dann nicht wohl eine andere, als die allmälige weitere Einsaugung des Wassers durch die Erdrinde seyn könnte. Allerdings wird die Wirkung hiervon innerhalb derjenigen Zeitperiode, worin bisher genaue Beobachtungen statt fanden, gar nicht oder kaum merklich seyn, um so weniger, da einiges Sinken der Küstengegenden durch Abspülung und zunehmendes Compacterwerden nichts in sich Widersprechendes hat. Auf diese Weise gehörten also partielle Hebungen, deren Wirklichkeit erst so spät anerkannt wurde, und ein sehr langsames Sinken des Meeres, beides durch die kenntlichsten Spuren aus uralten Zeiten sattsam angedeutet, unter die zur fortdauernden Umbildung unseres Erdballs dienenden Ereignisse.

---

1 S. *Geologie.* Bd. IV. S. 1508.

2 Journ. de Phys. T. XCVI. p. 102.

Digitized by Google

C. Meeresboden.

13) Der *Meeresboden* ist nach dem, was die gemei
Erfahrungen angeben, sehr ungleich, eine völlig genaue K
nifs desselben ist jedoch auf keine Weise zu erlangen.
Allgemeinen ist derselbe in seiner Configuration eine
setzung der Ufer, daher bei Ebenen auf bedeutende Stre
allmälig sich vertiefend, bei felsigen Ufern selbst felsig un
einer Menge hervorragender Klippen überdeckt. Namen
gewahrt man oft, z. B. bei den Fuchsinseln, den Aleutis
den Japanischen, den Molucken und andern Inselgru
dafs die Bergzüge bis weit in das Meer hin fortlaufen,
dafs an der holländischen, der nordwestlichen africanischen
andern Küsten die Fortsetzungen ausgedehnter Ebenen
weite Strecken hin kenntlich bleiben. Ebenso verschie
als die Configuration, sind die Bestandtheile des Meere
dens. In der Hauptsache ist derselbe entweder aus F
bestehend oder mit grobem Kiese und Sande bedeckt oder
einer mehr oder minder dicken Lage von Schlamm.
dieses folgt so einfach aus der Natur der Sache, namen
aus den steten Bewegungen des Meerwassers und der gro
Masse von Schlamm und Sand, die seit undenklichen Z
durch die Flüsse zugeführt worden ist, dafs die Untersuch
überhaupt nur ein geringes physikalisches Interesse hat und
für die Nautik von grofser Wichtigkeit ist, insofern die S
fahrer wissen müssen, welche Stellen zum Ankerwerfen
oder minder tauglich oder wegen ihrer felsigen Beschaf
heit gar nicht dazu geeignet sind. In dieser Beziehung
aufserdem die Kenntnifs der Untiefen sehr wesentlich, die
Schiffen Gefahr bringen, entweder wenn diese im Sande
Schlamm versinken, worauf dann die anschlagenden We
sie zertrümmern, oder durch Felsen zerschnitten, zerstof
nicht selten auch durch die Gewalt der Brandung dage
geworfen und zerschellt werden. Sehr gefährlich sind
besondere die Corallenriffe, die hauptsächlich in den wärm
Regionen bis auf bedeutende Strecken von den Küsten se
da, wo man sie gar nicht erwartet, bis zu geringer T
unter der Oberfläche des Wassers zackig und schneidend sch
sich erhebend den Schiffen einen unvermeidlichen Unter
drohen.

Digitized by Google

D. Tiefe des Meeres.

14) Die *Tiefe* des Meeres ist sehr ungleich; jedoch weifs man blofs dieses, und dafs die gröfsten Meere in der Regel die tiefsten sind. Zur Messung der Tiefe dient das *Senkblei*, und aufserdem hat man verschiedene *Bathometer* in Vorschlag gebracht, jedoch ist bis jetzt noch keines zur prakt. Anwendung genügend befunden worden. Was den Gebrauch des Bleilothes oder Senkbleies bei gröfsern Tiefen hindert und bei sehr grofsen unmöglich macht, ohne die gleichfalls sehr hindernden tiefern Strömungen zu erwähnen, ist oben[1] bereits gesagt worden. Man übersieht diese Schwierigkeiten am besten bei einem wirklichen Versuche. Der Commodore des Linienschiffes Superb liefs im Sept. 1819 unter 4° N. B. im atlantischen Ocean eine Sonde hinab, deren Gewicht aus 4 Fäfschen Ballast und 2 schweren Senkbleien im Betrage von 6 Centnern bestand. Anfangs lief das starke Tau sehr schnell, nachher langsam, und als 2000 Klafter abgelaufen waren, zog man es wieder herauf, wozu die ganze Kraft des Schiffes erfordert wurde. Als weniger denn der vierte Theil des Seiles aufgewunden war, rifs das Tau, und obgleich fast gänzliche Windstille herrschte, wurde doch die erreichte lothrechte Tiefe nur auf 1000 Lachter geschätzt[2]. Oben ist auch das durch Stiprian Luiscius vorgeschlagene Bathometer gewürdigt worden[3]. Eins der bekanntesten, vielleicht aber ein nie in Anwendung gebrachtes Bathometer ist das von Hook[4] angegebene. Dieser ermittelte durch Versuche, dafs ein im Wasser untersinkender Körper durch den Widerstand des flüssigen Mediums nach einem kurzen Zeitintervalle zum Maximum seiner Geschwindigkeit gelangt, mithin mit gleichbleibender Geschwindigkeit fällt, so dafs also die durchlaufenen Räume den Zeiten direct proportional sind. Ebendieses Verhältnifs findet rücksichtlich des Aufsteigens statt, wenn der Körper specifisch leichter ist als das Wasser, und es läfst sich also aus der Zeit, in welcher ein solcher Körper im Wasser bis zu einer gewissen gemessenen Tiefe fällt und wieder aufsteigt, die

1 S. *Bathometer*. Bd. I. S. 942.
2 Al. Caldcleugh Reisen in Südamerica. Weim. 1826. S. 5.
3 Vergl. Journal des Mines. T. XXV. p. 401.
4 Phil. Trans. T. I. No. 9. p. 147.

Digitized by Google

Tiefe eines andern aus der erforderlichen Zeit finden. Die gemäfs befestigte er vermittelst eines geeigneten Mechanis eine hölzerne Kugel an einem Bleigewichte so, dafs letzt beim Aufstofsen auf den Boden die herabgezogene Kugel liefs, die dann nach der Auslösung wieder emporstieg und so durch die zu ihrem Herabsinken und Emporsteigen er derliche Zeit die Tiefe bis zum Meeresgrunde angeben sol In Seen von mittlerer Tiefe zeigte sich der Apparat allerdi brauchbar, allein beim offenen Meere stehn der Anwend desselben alle die Hindernisse entgegen, welche v. Hor in Beziehung auf das von ihm beschriebene Bathometer g tend gemacht hat, und dazu kommt noch ein neues hin welches daraus entspringt, dafs der Augenblick des Emp kommens der Kugel über die Wasserfläche genau wahrgeno men werden müfste, was in der That unmöglich ist. Aufs dem aber lehren noch die neuesten Versuche von Scoresb dafs die Hölzer, wenn ihre Poren durch den ungeheu Wasserdruck von 1000 und mehrern Fufs ganz angefüllt sin specifisch schwerer als das Wasser werden, und man müf daher hohle metallene, für den Druck hinlänglich starke Kuge statt der hölzernen wählen; inzwischen ist der Apparat a den angegebenen Gründen so wenig anwendbar, dafs man de wegen ebensowenig in der Zukunft Gebrauch davon mach wird, als dieses bisher geschehn ist, obgleich noch neue dings Grenstreet eine Verbesserung desselben in Vorschla gebracht hat. Dennoch wurde derselbe noch kürzlich unt einem neuen Namen *Ballon hydrostatique* zum Gebrauche de französischen Marine empfohlen, allein die zur Prüfung er nannte Commission machte auf den störenden Einfluss de Strömungen aufmerksam, und Freycinet bemerkte, der näm liche Vorschlag sey schon vor einigen Jahren durch einen See offizier gemacht, aber verworfen worden [2].

Desaguliers und Hales hatten die Idee, die Tiefe des Wassers durch die Stärke des Druckes zu messen, welchen dasselbe gegen eine eingeschlossene Luftmasse ausübt, also nach dem Boyle'schen oder Mariotte'schen Gesetze [3]. Hierzu

1 S. *Gewicht, specif.* Bd. IV. S. 1589.
2 L'Institut. 1834. N. 65.
3 Philos. Trans. T. XXXV. p. 417.

Digitized by Google

ente eine am einen Ende zugeschmolzene und am andern ene, durch Honig oder Theriak gesperrte Glasröhre. Es giebt sich ganz einfach, dafs vermittelst einer solchen herförmig gebogenen und mit ihrem offenen Ende in ein geignetes Gefäfs gesenkten Röhre das Volumen der eingeschlosenen Luft bei gewöhnlichem atmosphärischem Drucke und bei em in Folge der über dem Apparate befindlichen Wassersäule rmehrten durch die Spuren der an den innern Wandungen ıklebenden zähen Flüssigkeit an einer geeigneten Scale gemessen und hieraus auf die Höhe der drückenden Wassersäule geschlossen werden kann. Auch dieser Apparat mufs in die Tiefe herabgesenkt werden und nach der Auslösung eines Gewichtes wieder emporkommen; es stehen jedoch seiner Anwendung die bereits gerügten Hindernisse entgegen, ich finde deswegen nicht, dafs man wirklich Gebrauch davon gemacht habe; auch soll er nach den Versuchen von Bacialli[1] dem Hooke'schen nachstehn.

Neuerdings hat Oersted[2] eine Abänderung dieses Bathometers angegeben. Hiernach soll dasselbe aus einem gläsernen, mit Luft gefüllten Gefäfse bestehn, welches überall verschlossen vermittelst einer gekrümmten Röhre mit einem andern Gefäfse in Verbindung steht, worin sich Quecksilber befindet, unter dessen Oberfläche der eine Schenkel der gekrümmten Röhre mündet. Durch die Compression der Luft wird dann Quecksiber in das erstere Gefäfs getrieben, und bleibt in demselben, wenn auch die sich wieder ausdehnende Luft durch das enge Röhrchen entweicht. Der Rest der noch im Gefäfse zurückgebliebenen Luft giebt dann die Stärke der Compression und die hierzu erforderliche Wasserhöhe in Atmosphären nach dem Mariotte'schen Gesetze, wobei die Correction wegen des Einflusses der Temperatur von einem gleichzeitig mit hinabgesenkten Register-Thermometer entnommen wird.

Nach einer Mittheilung des verewigten v. Horner hat der Seckelmeister Dr. Ziegler zu Winterthur ein Bathometer angegeben, welches gleichfalls auf die Compression der Luft gegründet mindestens genauere Resultate, als alle übrige,

2 Comm. Bonon. T. V. P. I. p. 280.
[1] L'Institut. 1834. N. 55.

Fig. 247. verspricht. Der Haupttheil des Apparates ist das Wasse fäfs B von starkem geschlagenem Kupfer, um sowohl Luftdruck von innen, als auch den Wasserdruck von au auszuhalten, und ebendiese Bedingung ist nothwendig bei hohlen, überall verschlossenen Kugel A, welche als Schw mer dient und dem Apparat für sich ein beträchtliches bergewicht über das verdrängte Wasser giebt. Um ihn d sinken zu machen, wird ein schwerer Stein oder ein geei tes Stück Blei in die Zangen r und r' gehangen, welches um den Zapfen m drehbaren Haken mit ihren Spitzen so fester halten, je stärker es dieselben herabzieht; man ü sieht aber bald, dafs beim Aufstofsen des dreieckigen Stü E die hieran befestigten Stangen z, z' jene Haken ausein der drücken, so dafs der beschwerende Körper d herausfällt, dem Grunde liegen bleibt und hierdurch dem freigelasse Instrumente möglich macht, wieder emporzusteigen. Die O nung, welche von unten herauf in das übrigens völlig h und wasserdicht verschlossene Gefäfs B führt, ist durch nen Hahn h verschlossen. An der verlängerten Querstange dieses Hahns hängt an einer gleichfalls langen Stange n p schweres Gewicht C, welches die Stange n h herabzieht den Hahn h hierdurch völlig verschliefst. So wie aber Gewicht C auf den Grund des Meeres stöfst, wird der H durch Umdrehn geöffnet, das Wasser dringt ein, bis der A parat nach der Auslösung des beschwerenden Gewichtes wieder emporsteigt und das Gewicht C den Hahn wie schliefst; die Luft im Gefäfse B ist dann dem Drucke oberhalb desselben befindlichen Wassersäule proportional z sammengedrückt, nach dem Wiedererscheinen des Apparats a der Oberfläche des Meeres wird der verschliefsende Deckel geöffnet und aus dem Verhältnisse des mit Wasser gefüllt Raumes zum Gesammtinhalte des Gefäfses der Druck der Wa sersäule, aus diesem aber die Höhe derselben ermittelt, wob das Thermometer im Gefäfse B zugleich zur Bestimmung d Temperatur dienen kann.

Ist gleich dieser Apparat, welcher eine noch nicht bean wortete Frage zu erledigen dienen soll und daher alle Au merksamkeit verdient, in der Hauptsache zweckmäfsig einge richtet, so zeigt eine nähere Prüfung desselben dennoch einig wesentliche Mängel, die sich aber durch einige Abänder

Digitized by Google

einigen lassen. Soll zuerst der Hahn h bei dem enormen Wasserdrucke bis zur Ankunft auf dem Meeresboden und nachher auf der Oberfläche hinlänglich schliefsen, so mufs er nicht blofs überhaupt sehr gut gearbeitet seyn, sondern die sich berührenden Metallflächen müssen nicht unter eine gewisse Gröfse vermindert werden. Um dieses zu erreichen, wenn es anders überhaupt möglich ist, da bei einer Tiefe von etwa 3000 Fufs der Druck schon 100 Atmosphären beträgt, mufs die Oeffnung in denselben klein seyn, und es ist dann die Frage, ob bei der Drehung desselben in Folge des Aufstofsens des Gewichts C und nach dem wieder begonnenen Aufsteigen des Apparates durch das Herabsinken ebendieses Gewichts das Gefäfs noch gänzlich füllt, da der Hahn beide Male nur eine sehr kurze Zeit geöffnet ist. Wäre dieses aber auch der Fall, so geschieht das Eindringen des Wassers und die dadurch bewirkte Compression der Luft sehr schnell, die aus der Luft entbundene Wärme vermehrt ihre Elasticität, ihre Zusammendrückung ist nicht vollständig und das Resultat daher unrichtig. Vermuthlich ist jene Einrichtung deswegen getroffen, um zugleich die Temperatur des blofs in der gröfsten Tiefe eindringenden Wassers zu finden, was jedoch deswegen unzulässig ist, weil man nicht erwarten darf, dafs das Instrument bald nach seinem Emporkommen aufgefunden und herausgenommen werden sollte. Jenem Uebelstande wird jedoch dadurch abgeholfen, dafs der Hahn beim Herablassen offen ist, um das Wasser allmälig eindringen zu lassen, beim Aufstofsen auf den Boden aber durch den angegebenen Mechanismus um einen Quadranten herumgedreht und verschlossen wird, wobei es noch auferdem zweckmäfsig seyn dürfte, den Hahn mit einer geeigneten Vorrichtung zu versehn, um ihn nach dem Verschliefsen festzuhalten und sein Oeffnen zu hindern. Wenn man ferner den enormen Druck berücksichtigt, welchen die innere eingeschlossene Luft nach dem Emporkommen des Apparates erleidet, so erscheint der obere Deckel O als unzweckmäfsig, um so mehr, als das eingesenkte Thermometer aus den angegebenen Gründen unnütz ist und die Messung des von der Luft noch eingenommenen Raumes nach dem Oeffnen des Deckels nur mit Mühe bewerkstelligt wird. Ungleich zweckmäfsiger dürfte es seyn, das von seinen übrigen Theilen befreite Wassergefäfs B vor dem Gebrauche leer und nach dem Ver-

suche zu wägen, um bei bekanntem Gewichte des Seew
wodurch dasselbe ganz erfüllt wird, aus dem Unterschied
Gewichts vor und nach dem Versuche das Volumen de
gedrungenen Wassers und somit die Zusammendrückun
Luft zu bestimmen.

Obgleich übrigens dieser Apparat sinnreich construi
so kann er doch schon wegen des darin zurückbleib
Wasserdampfes keineswegs für ein absolut genaues Mefs
zeug gelten. Allerdings könnte man nach jedesmaligen
brauche desselben die letzten Antheile Feuchtigkeit durc
hitzen oder, wenn man hiervon eine Beschädigung der
aufgeschliffenen Flächen des Hahns befürchtete, durch wi
holtes Exantliren und Anfüllen mit trockner Luft wegsch
allein ein nicht zu beseitigendes Hindernifs liegt in dem
stande, dafs wahrscheinlich eine unbestimmbare Meng
enthaltenen Luft durch den enormen Druck in das Seew
geprefst wird, was dann das erhaltene Resultat höchst
wifs macht. Man wird nämlich von diesem Instrumen
da Gebrauch machen, wo das Senkblei nicht mehr aus
also mindestens bei Tiefen, die etwa 600 Fufs übertreffen
der Druck der Luft wird daher allezeit 20 bis 100 und
Atmosphären betragen.

15) Eine Angabe der Tiefen auch nur der bedeuten
Meere, geschweige denn aller, wird man hier nicht suc
Die Kenntnifs derselben gehört in das Gebiet der prakti
Nautik und man findet sie daher von vielen oft befah
Meeren auf den Seecharten; doch sind bei weitem noch
alle Stellen ausgemessen, ja man kennt nicht einmal die g
Tiefe des Meeres. Im Allgemeinen ist aufgefunden worden,
an vielen Stellen über sandigem Boden die Tiefe nicht seh
deutend und nicht auffallend wechselnd ist, sondern sich
beträchtliche Strecken ziemlich gleich bleibt. Dieses ist
andern der Fall an den niederländischen Küsten und übe
grofsen Sandbank, die sich vor Neufundland hin erstr
überhaupt behält das Meer neben flachen Küsten bis auf
beträchtliche Entfernung in der Regel eine geringe Tiefe.

---

1 Eine Menge Bestimmungen mit daraus abgeleiteten allge
nen Betrachtungen von Zeune findet man in Berghaus Annalen.
Hft. IV. S. 465.

Digitized by Google

andern Stellen dagegen wechselt die Tiefe schnell und man trift auf Felsen oder Sandbänke, wo dicht daneben noch der Meeresgrund kaum erreichbar ist; wie unter andern in einiger Entfernung vom Hafen zu Rio Janeiro, einem für die Schiffahrt deswegen sehr gefährlichen Orte. Im brittischen Canale fand man nach Boyle[1] an einer Stelle nur 30 und in einer Entfernung von etwa zwei Schiffslängen über 100 Faden Tiefe, bei Island nach Olafsen[2] da, wo die Schiffe liegen, nicht leicht 40 Faden, dicht daneben aber 160 Faden. Im Ganzen ist wohl der vielfach bestrittene Satz als wahr anzunehmen, dafs der Meeresboden diejenige Gestalt beibehält, die sich an den Küsten zeigt[3], obgleich dieses auf die grofsen Strecken des Oceans keine Anwendung leidet. Von einzelnen Meeren, z. B. dem Canale, dem Meere zwischen England und Scandinavien, der Ostsee, welche von 20 bis 60 Faden, der Nordsee, welche 120 bis 150 Faden tief seyn soll[4], dem mittelländischen Meere, insbesondere von den Häfen und ihren Umgebungen, kennt man die verschiedenen Tiefen sehr vollständig und genau, allein bei weitem der gröfste Theil der grofsen Oceane ist noch unbekannt, weil die Untersuchung der bedeutendsten Tiefen, die weder Gefahr bringen, noch das Ankern zulassen, für die Nautik kein Interesse darbietet und diese noch obendrein mit dem bis jetzt ausschliefslich hierzu angewandten Senkblei gar nicht oder nur mit grofser Mühe mefsbar sind. Anson[5] gab es auf, die Tiefe des Meeres unfern der Küste Brasiliens zu messen, als er bei 150 Faden keinen Grund fand, und auch Forster suchte oft vergebens in den südlichen Meeren den Grund zu erreichen. Inzwischen kam schon Ellis[6] an den africanischen Küsten bis 881 Faden (5346 engl. F.), in der Reise des Cap. Phipps nach dem Nordpole findet man mit der Sonde gemessene Tiefen von 613 bis 780 Faden, Ross fand die Tiefen in der

1 Relationes de fundo maris. Sect. I.

2 Reise Th. I. S. 201.

3 Vergl. Ulloa Nachrichten vom südlichen und nordöstl. Theile von America. 1781. Th. I. S. 87. Scoresby Account of the arctic Regions. T. I. p. 189.

4 Cittead de Calleville a. a. O. p. 48.

5 Reise um die Welt. Leipz. 1749. 4. S. 36.

6 Phil. Trans. 1760. T. XLVII. p. 213.

Digitized by Google

Baffinsbay zwischen 100 bis 1070 Faden und die gröfste messene Meerestiefe soll nach DE BORDA 1200 Faden b gen[1]. SCORESBY[2] fand unter 78° 53′ N. B. und 5° 56′ L. von Greenw. den Grund in 3600 Fufs und wenige M davon in 4000 Fufs, suchte ihn aber vergebens unter 76 N. B. und 9° östl. L. in 230 Faden, unter 79° 4′ N. B. 5° 35′ östl. L. in 670 Faden, unter 78° 2′ N. B. und 0 westl. L. in 721 Faden, unter 75° 50′ N. B. und 5° 50′ w L. in 1058 Faden und kam wirklich unter 76° 30′ N. B. 4° 48′ westl. L. bis 1200 Faden, was er für die gröfst mals gemessene Tiefe hält, ohne jedoch den Boden zu e chen[3]. Dieses ist also blofs die Grenze der wirklichen sung, aber nicht die absolut gröfste Tiefe, die wohl üb nicht aufzufinden ist, weil die Aenderungen derselben s da getroffen werden, wo man sie am wenigsten erwartet fand unter andern FORSTER[4] den Grund im Eingange Duskybay nur 45 Faden tief, in der Bucht selbst aber 80 Faden, an der südlichen Küste des Feuerlandes unweit Christmasbay erst 40 bis 50, dann 60 bis 70 und i Bay selbst über 80 Faden tief, SCORESBY[5] aber mafs an grönländischen Küste in dem nach ihm selbst benannten de in der Mitte zwischen Cap Brewster und Cap Tobin Faden Tiefe und selbst innerhalb einer engl. Meile vom L insgemein 150 bis 200 Faden Tiefe. D'AUBUISSON[6] schl aus dem Verhältnisse der Höhen und Tiefen des Festlan dafs die gröfste Tiefe des Meeres 2000 Faden wohl n übersteigen werde.

---

1 STIPRIAN LUISCIUS in G. XXXIII. 418.

2 An Account of the arctic Regions cet. Edinb. 1820. II Vo T. I. S. 189.

3 SCORESBY empfiehlt eine Sonde von etwa 20 Pfd. Blei an gewöhnlichen Log-Linie, um die Berührung des Bodens bess fühlen. Hiermit kommt man bis zu 300 Faden, und dann ist es theilhaft, bei noch gröfsern Tiefen etwas stärkere Seile anzuknü weil das Gewicht des Ganzen stets zunimmt.

4 Bemerkungen S. 45.

5 Tagebuch einer Reise auf den Wallfischfang u. s. w. Ue F. KRIES. Hamb. 1825. S. 247.

6 Traité de Géognosie. T. I. p. 35. Vergl. LA PLACE M. l'Inst. 1818.

Digitized by Google

E. Beschaffenheit des Meerwassers.

16) Das Seewasser hat einen eigenthümlichen *Geruch*, durch die Nähe des Meeres sich schon auf einige, wenn auch nicht beträchtliche Entfernung kenntlich macht. Derselbe läst sich nicht beschreiben, im Allgemeinen ist er jedoch nicht eigentlich faulig, obgleich er daran grenzt und zugleich etwas Scharfes hat, so dafs er reizbaren Personen unangenehm werden kann. Die Ursache desselben liegt in der Ausdünstung, die durch die zahllose Menge der darin lebenden und zum Theil verwesenden Geschöpfe erzeugt wird, wobei man sich jedoch nicht ausschliefslich auf das Thierreich beschränken darf, indem vielmehr auch die Bestandtheile des Pflanzenreichs einen bedeutenden Einfluss darauf haben, wie es schon durch die eigenthümliche Beschaffenheit desselben angedeutet zu seyn scheint.

17) Der *Geschmack* des Seewassers ist widerlich wegen seiner Salzigkeit und der damit verbundenen Bitterkeit. Die Ursache der letzteren liegt nicht in beigemengtem Erdharze, wie noch Marsigli glaubte, sondern in den aufgelösten Bittersalzen. Alle ältere Bestimmungen, die Bergmann[1] gesammelt hat, sind wegen ihrer geringen Genauigkeit ganz werthlos; in den neuern Zeiten hat man aber die Bestandtheile des Seewassers theils unter ungleichen Breiten, theils aus ungleichen Tiefen mit grofser Genauigkeit auszumitteln gesucht. Um es zu den Analysen erforderliche Wasser aus der Tiefe zu erhalten, bedient man sich eigener Maschinen, die in frühern Zeiten und noch gegenwärtig zugleich auch zur Ermittelung der Temperatur an jenen Stellen benutzt werden. Der älteste Apparat, dessen man sich zu diesem Zwecke bediente, das sogenannte *Bucket Sea-gage*, beschreibt Hales[2] als einen blofsen Eimer mit zwei in einem geeigneten Abstande von einander befindlichen Böden, deren jeder ein etwa 4 Zoll weites rundes Loch hat. Diese beiden Oeffnungen sind durch Deckel verschlossen, welche mit einander durch eine dünne Eisenstange zusammenhängen und sich demnach gleichzeitig öffnen und schliefsen. Beim Herablassen des Apparats sind beide Klap-

1 De aqua pelagica. In Opusc. T. I. p. 179.
2 Philos. Trans. for 1750. T. XLVII. p. 213.

Digitized by Google

pen geöffnet und der Eimer füllt sich mit dem Wasser derje
Schicht, in welcher er sich gerade befindet, beim Beg
des Herausziehns werden beide durch Zufallen in Folge
eigenen Gewichtes verschlossen und behalten dadurch das
schen ihnen eingeschlossene Wasser zurück. Ebendieses
parates bediente sich auch Irwing auf der Reise des Ca
Phipps nach dem Nordpole im Jahre 1773, und überhaupt sc
er allgemein gebraucht worden zu seyn, bis Marcet[1]
andern in Vorschlag brachte. Dieser besteht aus einem
Fig. 248. ken Cylinder von Messing CC mit einem obern und u
Boden, in deren jedem sich ein Klappenventil V, V′ be
die sich jedoch beide in ihren Scharnieren nicht frei bew
sondern durch starke Federn BS, B′S′ von oben herab
dergedrückt werden, während zwei seitwärts angebrachte
dern SS, S′S′ diesen Druck verstärken. Um sie offen z
halten, dient das Gewicht W, dessen Schnur D über die
len P, P′, P″ laufend am Ringe F befestigt ist. Vermi
einer an den Draht A gebundenen Schnur wird das In
ment nach geöffneten Klappen in das Meer herabgesenkt.
Wasser strömt frei hindurch, bis das Gewicht W auf
Widerstand leistenden Gegenstand, einen Felsen oder
Meeresgrund, stöfst, worauf die freigewordenen Klappen
nicht blofs schliefsen, sondern gleichzeitig durch den
springenden Riegel LS absolut fest gehalten werden.
hierbei angebrachte Verbesserung besteht also blofs darin,
die Klappen beim Heraufziehn des Instrumentes sich durch
waiges Schwanken und Erschüttern nicht wieder öffnen
nen und folglich das am Boden des Meeres aufgenom
Wasser unverändert empor gebracht wird.

Allein nur dieses Wasser ist auf diese Weise zu er
ten, keineswegs aber aus jeder beliebigen Tiefe, was au
den Fall gleichfalls sehr wünschenswerth wäre. Um di
Zweck zu erreichen, hat Marcet noch ein anderes ähnli
Instrument beschrieben, wovon Newman die Einzelheiten
Fig. 249. gab. An diesem befinden sich Kegelventile zum Verschlie
des auf gleiche Weise eingerichteten Cylinders, und diese
den dadurch offen gehalten, dafs der Haken F des Win
hebels FDE das Querstück cc am Herabsinken hindert.

1 Phil. Trans. 1819. p. 161.

Digitized by Google

Winkelhebel hat jedoch ein Uebergewicht in E und würde daher die Ventile fallen lassen, wenn nicht das Gewicht W sie zurückhielte. Sobald aber dieses Gewicht auf den Boden des Meeres aufstöfst oder man ein anderes Gewicht B an der Tragschnur A herabgleiten läfst, welches bei seiner Ankunft auf E drückt, wird der Haken F ausgelöst, die Kegelventile fallen zu und bleiben durch ihr eigenes Gewicht bei allen Erschütterungen verschlossen. Parry hat sich desselben in der Baffinsbay bedient. Tennant schlug vor, eine blofse hölzerne Büchse zu wählen, deren Deckel in einem Scharniere beweglich ist und so lange offen bleibt, als der Apparat im Wasser herabsinkt, sich aber wasserdicht schliefst, sobald ein durch das Heraufziehn bewegtes Rädchen ihn auslöst. Auch H. Davy[1] hat ein Instrument angegeben, dessen sich Ross auf seiner ersten Entdeckungsreise bediente. Es besteht aus einer länglichen Flasche von geschlagenem Kupfer, oben mit einem Halse, den ein gewöhnlicher Hahn verschliefst. Parallel mit der Axe der Flasche ist eine oben verschlossene, unten offene Röhre angebracht, mit einem luftdicht schliefsenden Kolben, welcher durch den vorher zu bestimmenden Wasserdruck hineingetrieben wird und dann den Hahn öffnet, so dafs das Wasser einströmt. Ross glaubte zu bemerken, dafs der Hahn nicht genau genug schliefse, um das Wasser aus der bestimmten Tiefe unvermengt zu erhalten[2]. Franklin gebrauchte auf seiner Nordpolarreise blofse verkorkte Bouteillen, in welche der starke Druck die Korke hineintrieb, worauf sie sich dann mit Wasser füllten, welches durch den gebogenen Kork abgesperrt wurde. Am einfachsten ist wohl ein durch v. Horner[3] angegebenes Instrument. Dieses besteht aus einem messingnen cylindrischen Gefäfse AB mit einem Hahn I zum Ablassen des aufgenommenen Wassers. In den obern und untern Boden sind konische Oeffnungen eingeschnitten, in welche der eingeschliffene Bolzen GH genau paſst. Ist das Instrument in der gehörigen Tiefe angekommen, so läfst man den in der Mitte durchbohrten Bolzen auf der Schnur herabsinken, welcher dann auf der Stange CD Fig. 250. Fig. 251.

1 Journ. of Sc. and Arts T. V. p. 231.

2 Die Maschine ist schwerlich überhaupt praktisch brauchbar.

3 G. LXIV. 100.

Digitized by Google

festsitzen, die Oeffnungen mm, nn verschliefsen und d
die vermittelst messingner Federn angedrückten Haken pp
in den Einschnitt des Kragens ss fassen, festgehalten we
wird.

Scoresby[1], welcher unsere Kenntnisse des nördli
Polarmeeres (des sogenannten grönländischen Meeres) so
deutend erweitert und vielfach berichtigt hat, bediente
anfangs eines von Carey unter der Aufsicht von Caven
und Gilpin verfertigten Apparates, fand aber bald, dafs
Holz an demselben sich durch die Nässe warf, wodurc
bald unbrauchbar wurde. Er liefs sich daher ein and
Werkzeug aus Messing giefsen, woran er die Ventile des
stern anbrachte, und nannte es *Marine diver*. Dem W
nach ist es eine blofse Abänderung des durch Hales ange
Fig. benen und besteht aus einem achtkantigen, nach oben et
252. verjüngten, 14 Z. langen und oben 5 Z. im Durchmesser
tenden Gefäfse, mit zwei Klappen, der einen im obern,
anderen im unteren Deckel. Beide werden durch eine sch
che Feder angedrückt, die das Oeffnen der Klappen beim
dersinken des Apparates nicht hindern, wohl aber das Zurü
schlagen derselben, wobei sie aufserdem das Zufallen der K
pen, sobald das Instrument ruht oder heraufgezogen wird,
fördern. An zwei Seiten, einander gegenüber, sind sta
Spiegelglasscheiben angebracht, 8 Z. lang und 2 Z. breit,
sogleich nach dem Heraufziehn ein darin befindliches Th
mometer, meistens ein Six-Thermometer, zu beobachten,
die beiden Schrauben, die den obern Deckel festhalten, di
nen dazu, diesen schnell abzunehmen, um das eingeschlos
ne Wasser zu untersuchen, da der Apparat auch dazu benu
wurde, die kleinen Seethierchen heraufzuholen, deren es
jenen Meeren eine unermefsliche Menge giebt. Das Gewi
desselben betrug 23 Pfd. und es sank daher durch sein eig
nes Gewicht herab, ging aber einst verloren, als eins der b
sten Seile, deren man sich beim Wallfischfange bedient, wah
scheinlich wegen einer Beschädigung durch Nässe, bei ein
erreichten Tiefe von 7200 engl. Fufs rifs.

---

1 An Account of the Arctic Regions with a History and D
scription of the northern Whale-Fishery. Edinb. 1820. II Voll.
T. I. p. 185.

Digitized by Google

Der neueste praktisch angewandte Apparat dieser Art ist derjenige, welchen F. Parrot nach seiner Idee unter dem Namen *Bathometer* ausführen liefs und dessen sich Lenz auf der Reise des Capitains v. Kotzebue 1823 bis 1826 zur Auffindung des Salzgehalts und der Temperatur des Meeres in unbeschränkten Tiefen bediente[1]. Das Instrument, welches die Zeichnung im achten Theile seiner wirklichen Gröfse darstellt, war von verzinntem Eisenblech, 0,25 Lin. dick, verfertigt. Der Kasten, zur Aufnahme des Wassers dienende Raum hat 16 Z. Höhe und 11 Z. Durchmesser. Zwei messingne Grundflächen begrenzen ihn und dienen zur Aufnahme der konischen Klappenventile b c c b und d e e d, welche an der Stange f festgeschlossen sind, so dafs beide sich gleichzeitig öffnen und schliefsen. Beide Klappen sind von gegossenem Messing, eingeschliffen und von ungleicher Gröfse, um die untere durch die Stange herauszuheben; zur Befestigung der Schalen, worein sie passen, dienen die dreieckigen Scheiben a, a und d, d. An die eiserne Stange f ist bei g, g das Thermometer angeschraubt, dessen Kugel 0,5 Lin. Glasdicke haben soll, um dem Wasserdrucke zu widerstehn und nach dem Heraufziehn des Apparats langsamer durch die äufsere Temperatur afficirt zu werden. Um die verticale Richtung der eisernen Stange zu erhalten, dienen zwei durchlöcherte krumme Eisenstangen, die untere kk und die obere, die in der Zeichnung nicht ausgedrückt werden konnte, da beide in rechtwinklig sich schneidenden Ebenen liegen. Um das Oeffnen und Schliefsen der Klappen durch den blofsen Widerstand des Wassers beim Herablassen und Hinaufziehn des Apparats zu bewirken, wurden die Klappen durch ein Gegengewicht bis auf einen geringen Ueberschufs balancirt, und weil dieses wegen des enormen Wasserdruckes, indem man das Instrument bis auf 3000 Faden Tiefe herabzulassen beabsichtigte, durch einen Schwimmer, etwa eine hohle Kugel, nicht erreicht werden konnte, so wählte man statt dessen Gegengewichte. An der eisernen Stange befinden sich die beiden Oerchen m, m, in welche Ringe der dünnen Stangen m n, m n eingreifen, die an den einen Hebelarmen n und n befestigt sind, deren andere zwei die blechenen, mit Blei ausgefüllten Linsen tragen. Die Figur zeigt

Fig. 253.

1 Mém. de l'Acad. de Petersbourg. VIme Sér. T. I. p. 240.

den verticalen Durchschnitt derselben; auch darf nicht übersehn werden, dafs ein von aufsen zugeschraubter Raum in ihnen gelassen ist, um sie vermittelst eingeschütteten Schrots genau zu ajustiren. Letzteres geschah in Wasser, worin ein Drittheil Salz aufgelöst war, und die Klappen, deren Totalgewicht 7,5 ℔. betrug, behielten ein Uebergewicht von [illegible] Unzen. Dabei blieb aber noch zu berücksichtigen, dafs beim Herausziehn aus dem Wasser die Linsen früher emporkommen und daher den hydrostatischen Einfluss früher, als die noch im Wasser befindlichen Ventile, verlieren mufsten; sie würden die letzteren daher gehoben haben, wenn dieses nicht durch ein leeres blechenes Gefäfs ss vermieden worden wäre, welches durch das darin enthaltene Wasser die Stange niederdrückte. Der messingne Knopf v dient blofs dazu, dieses Gefäfs festzuhalten, und die übrigen Theile, als die beiden Ringe zum Halten w, w, die drei Füfse, der oben aufgeschraubte Querbalken rr, sind aus der Zeichnung von selbst klar. Wesentlich aber ist noch, dafs das Gefäfs und die Klappen mit abwechselnden Lagen von Eisenblech und grobem Tuche, letzteres in einer fast siedenden Mischung von Wachs und Unschlitt getränkt, umgeben wurden, um den Durchgang der Wärme durch diese Schichten heterogener Substanzen, zwischen welche noch aufserdem das Wasser eindrang, möglichst zu erschweren. Das Gewicht eines solchen Apparates im Wasser betrug 45 ℔.

Einen grofsen Theil der Schwierigkeit, welche das Heraufziehn tief hinabgelassener Senkbleie hindert, setzt Parry mit Recht in die auf Schiffen allgemein übliche Sitte der rückweisen Bewegung, und er machte daher eine solche Vorrichtung, dafs das Seil auf eine Trommel von 2 Fufs 2 Z. Länge und 2 Fufs Dicke aufgewunden wurde, wobei eine Rolle am Ende einer schräg über Bord hinausragenden Strebe das Seil beim Herablassen und Aufziehn unterstützte. Weil ferner die Last, welche das Seil zu tragen hat, mit der Länge des herabgelassenen Theiles wächst, so wurden für die ganze beabsichtigte Tiefe von 3000 Toisen drei an Dicke zunehmende Seile gewählt, diese vorher hinsichtlich ihrer Tragkraft geprüft[1]; dann untersuchte man, um wie viel sie sich durch

1 Es fragt sich, ob nicht ein Eisendraht oder eine Kette, die

hebende Gewicht ausdehnen, prüfte ihre durchaus gleichförmige Stärke und nähte nach sorgfältiger Ausmessung von zu 10 Toisen Nummern an, die sich für jedes 100 und 0 Toisen durch besondere Farben unterschieden. Indem ch obendrein Lenz die Resultate der ersten Versuche, bis sich mit den Eigenthümlichkeiten des Verfahrens völlig vertraut gemacht hatte, nicht mittheilt, so verdienen die späteren on ihm bekannt gemachten vorzügliches Vertrauen.

Mit diesem Instrumente untersuchte Lenz nicht blofs die emperatur des Meeres in verschiedenen Tiefen, sondern er estimmte auch das spec. Gewicht des vermittelst desselben haltenen Wassers. Zwei hierzu verwandte Aräometer mit eränderlichen Gewichten gaben die Unterschiede des spec. ewichts bis 0,00005 mit Sicherheit an, und sowohl diese Genauigkeit, als auch die Sorgfalt bei den sogleich nach dem chöpfen des Wassers angestellten Wägungen geben den hierurch erhaltenen Resultaten einen solchen Vorzug vor allen brigen, dafs sie für sich allein als Grundlage allgemeiner Bestimmungen dienen können. Der Vollständigkeit wegen wird s aber zweckmäfsig seyn, eine Uebersicht der bedeutendsten nderweitigen Untersuchungen vorauszuschicken, um zu sehn, wie weit die dadurch erhaltenen Resultate von jenen abweichen. Es ist dieses um so nöthiger, da die von Lenz gemachten Wägungen auf die Zone von 56° 22′ N. B. bis 57° 7′ S. B. beschränkt sind.

18) Auf Cook's dritter Reise hat sein Begleiter Bayly[1] eine Menge Versuche über den Salzgehalt der verschiedenen Meere angestellt, wobei er sich eines durch Lord Cavendish construirten Apparates bediente. Berücksichtigt man die Fehlergrenze der erhaltenen Bestimmungen des specif. Gewichtes, so ist es nach den hierdurch erhaltenen Resultaten nicht wahrscheinlich, dafs ein Unterschied zwischen den Meeren der südlichen und nördlichen Erdhälfte statt finden sollte, dagegen scheint im atlantischen Oceane der Salzgehalt am stärksten,

---

man nach dem Gebrauche abwaschen und in Wasser mit etwas Kali gegen Rosten gesichert aufbewahren könnte, noch bessere Dienste leisten würde.

1 The original astron. observations made in the course of a voyage to the northern pacific Ocean. p. 345.

Digitized by Google

nach den Polen hin aber am geringsten zu seyn. D
Ausnahme eingeschlossener Meere der mögliche Unter
bedeutend seyn sollte, ist schon an sich nicht wahrs
lich; denn wenn gleich unter niederen Breiten die Ve
stung stärker ist, unter den höchsten aber eine grofse
süfsen Wassers zur Eisbildung verwandt wird, so sind
dort die Regenmengen um so viel gröfser, hier aber schmil
Eis wieder, dessen Menge auf jeden Fall nicht bedeutend
die vorhandene mittlere wächst, und zudem wird die
Masse des Meerwassers durch die zahllosen Strömunge
unausgesetzt durch einander gemischt, dafs blofs durch
che Einflüsse ein etwas merklicher Unterschied herbeige
werden kann. Inzwischen geht aus den zahlreichen V
chen, die auf der Entdeckungsreise unter Kotzebue[1] a
stellt wurden, allerdings hervor, dafs der Salzgehalt des
res in der heifsen Zone stärker ist, als unter höhern
ten. V. Humboldt[2] hat geäufsert, dafs der Salzgehalt
Seewassers sogar einem Wechsel ausgesetzt sey, Marcet
gert jedoch aus den Untersuchungen von John Davy
Gay-Lussac, dafs das spec. Gewicht des Meerwasser
atlantischen und indischen Meere nur wenig und mehr d
zufällige Ursachen, als nach einem allgemeinen Gesetze,
schieden ist. Die ausführlichsten Untersuchungen des See
sers hat Marcet[3] angestellt, allein Gilbert bemerkt
Recht, dafs seine Resultate als minder genau gelten müs
weil die Temperatur bei den Bestimmungen des spec.
wichts nicht berücksichtigt worden ist. Wird aber angeno
men, dafs seine eigenen Bestimmungen keinen hieraus e
sprungenen merklichen Unterschieden unterliegen, so ist
Meerwasser auf der nördlichen Halbkugel und unter dem
quator weniger salzreich, als auf der südlichen Halbkugel.
Tiefe, selbst bis zu 3800 Fufs, bewirkt nach Phipps kein
Unterschied, jedoch ist der Salzgehalt bei tiefen Meeren, w
von den Küsten und in grofser Entfernung von den Eism
sen, am gleichmäfsigsten; auch versteht sich von selbst, da

1 Dessen Reise Th. III. S. 233.

2 Reisen. D. Ueb. Th. I. S. 402.

3 A. a. O. Mit Anm. von Gilbert in dessen Ann. LXIII. 1
Im Auszuge in Edinb. Phil. Journ. No. IV. p. 356.

Digitized by Google

der Nähe mächtiger Ströme, namentlich des Mississippi, ...ro, Amazonenflusses und des Ganges, das Wasser bis auf ...e Strecken süfser ist. Bei eingeschlossenen Meeren, auch ...n sie durch weite Canäle mit dem Ocean in Verbindung ...n, ist allerdings der Salzgehalt verschieden, wie namentlich bei der Ostsee, weniger bei dem schwarzen und weifsen ...re, dem Meere von Marmora und dem gelben Meere der ...l ist, die einen geringern Salzgehalt haben, statt dafs derselbe beim mittelländischen gröfser ist.

W. Horner[1] bediente sich zu seinen während der Krusenstern'schen Entdeckungsreise sogleich an Ort und Stelle gemachten und auf 10° R. reducirten Messungen eines Fahrenheit'schen Araeometers von Troughton und gelangte hierdurch zu folgenden allgemeinen Resultaten. 1) Ein anhaltender starker Regen vermindert den Salzgehalt mindestens auf der Oberfläche. 2) Verstärkte Verdunstung, z. B. durch ausgebreitete dicke Lagen von Seegewächsen bedingt, bewirkt eine Vermehrung des spec. Gewichtes. 3) Das Wasser der äquatorialen Zone ist salzreicher, als das unter höhern Breiten, und zwischen 50 und 60 Grad N. B. ist dasselbe salziger, als unter gleichen südlichen Breiten. 4) Das Wasser des atlantischen Meeres übertrifft an Salzgehalt das der Südsee. Dafs das Wasser der eingeschlossenen Meere minder salzig sey, als das des Oceans, fand er beim chinesischen, koräischen und ochotskischen Meere bestätigt. John Davy[2] folgert zwar aus seinen Versuchen auf einer Reise von England nach Ceylon, dafs der Salzgehalt des Meeres überall gleich sey und nur durch heftige Regen auf einzelnen Strecken vermindert werde, allein aus der Uebersicht der von ihm angegebenen Bestimmungen geht unverkennbar ein Unterschied des spec. Gewichtes nach dem von v. Horner angegebenen Gesetze hervor. Gay-Lussac[3] erhielt von Lamarche verschiedene Proben Meerwasser, die von der Oberfläche zwischen 31° N. B. bis 24° S. B. im atlantischen Oceane geschöpft worden waren, und unter-

---

[1] Krusenstern's Entdeckungsreise. Pet. 1812. Th. III. Daraus in G. LXIII. 159.

[2] Philos. Trans. 1827. Daraus in G. LXIII. 183.

[3] Ann. Chim. et Phys. T. VI. u. VII. Daraus in G. Ann. a. a. O. S. 392.

Digitized by Google

suchte diese gemeinschaftlich mit Despretz. Die er
Resultate zeigen einige Abweichungen von einander,
Gay-Lüssac folgert, dafs unter etwa 10° N. B. ei
mum des spec. Gewichts statt finde, welches unter 2-
und 35° N. B. einander gleich sey; allein dieses stim
allen übrigen Messungen nicht überein, und Gay-Lüss
gert daher aus einer Vergleichung mit vielen andern
mungen, dafs der Salzgehalt aller zusammenhängenden
Meere gleich sey; auch überzeugten ihn eigends de
angestellte Versuche, dafs selbst gesättigte Salzsoluti
langen Röhren ruhig stehend unten nicht concentrirte
den, woraus dann folgt, dafs um so mehr bei dem ni
turirten Seewasser die Tiefe keinen Einfluſs auf die D
keit hat.

19) Der Salzgehalt des Meeres bedingt dessen speci
Gewicht, welches der Menge der darin aufgelösten fest
standtheile proportional wächst. Im Mittel wird dasselb
Meissner[1] = 1,026 angegeben, allein dieses ist zu g
hauptsächlich wenn man es, wie billig, auf 0° C. re
Soll dieses geschehn, so mufs das Gesetz der Ausde
durch Wärme für Seewasser bekannt seyn, welches ich j
mit hinlänglicher Genauigkeit aufgefunden zu haben gla
Hiernach sind die folgenden Bestimmungen auf 0° C, so
die Angaben dieses erlaubten, reducirt.

Wenn man die ältern Wägungen des Meerwassers w
nicht genügender Genauigkeit übergeht, so ist diejenige
welche Marcet[3] über das Wasser der verschiedensten
mitgetheilt hat, auf jeden Fall von gröfstem Umfange.
der ist dabei die Temperatur nicht angegeben. Wenn
aber berücksichtigt, dafs die Abhandlung hierüber am 2
Mai 1819 in der Kön. Soc. zu London vorgelesen wurde,
Wägungen daher im Winter in einem ohne Zweifel gehei
Zimmer gemacht worden sind, so dürfte eine Wärme von
C. von der Wahrheit nicht sehr entfernt liegen. Marcet bedi

1 Dessen Araeometrie. Wien 1816. fol. Th. II. S. 15.

2 G. W. Muncke über die Ausdehnung der tropfbaren Flü
keiten. In Mém. présentés à l'Acad. Imp. des sc. de St. Petersb
T. I. p. 62.

3 A. a. O.

Digitized by Google

eines etwas abgeänderten Homberg'schen Aräometers, und
demnach auch die Ausdehnung des reinen Wassers
Wärme berücksichtigt werden muſs, so ist der Quotient
dem Volumen des reinen Wassers in das des Seewassers,
für 18° C., also 1,002587 : 001368 der geeignete Factor,
das spec. Gewicht des Seewassers bei 0° C. gegen reines
im Puncte seiner gröſsten Dichtigkeit zu erhalten. Mit
derjenigen Bestimmungen, welche Marcet selbst
äuſserer Einflüsse als ungenügend bezeichnet, giebt
Tabelle die spec. Gewichte der verschiedenen Pro-
mit Hinzufügung der geographischen Bestimmung der
, wo sie erhalten wurden, der Tiefe, aus welcher das
geschöpft worden ist, und der Seefahrer, die es mit-
haben. Die Längenbestimmung bezieht sich auf den
von Greenwich.

Digitized by Google

1) Arktisches Polarmeer.

Breite.	Länge.	sp. Gew.	Tiefe.	Seefahre
66° 50′	68° 30′ W.	1,0268	80 Faden	Ross
74 50	59 30 —	1,0274	Oberfläche	Parry
75 14	4 49 O.	1,0285	736 Faden	Franklin
75 54	65 32 W.	1,0271	80 Faden	Ross
76 32	76 46 —	1,0274	80 Faden	Ross
76 33	76 46 —	1,0279	80 Faden	Parry
79 57	11 15 O.	1,0279	34 Faden	Franklin
80 26	10 30 —	1,0284	237 Faden	Franklin
80 28	10 20 —	1,0281	185 Faden	Franklin
80 29	11 — —	1,0281	305 Faden	Franklin

2) Nördliche Zonen.

63 49	55 38 W.	1,0279	80 Faden	Parry
59 40	14 46 —	1,0312	Oberfläche	Bas. Hall
53 45	0 20 —	1,0279	Oberfläche	Dr. Berger
48 25	6 34 —	1,0312	— —	Lushington
46 —	48 — —	1,0277	Oberfläche	Caldwell
45 20	45 10 —	1,0294	250 Faden	Caldwell
45 10	15 — —	1,0306	Oberfläche	Bas. Hall
25 30	32 30 —	1,0301	Oberfläche	Bas. Hall
10 50	24 26 W.	1,0295	Oberfläche	Schmidmeyer
7 —	80 — O.	1,0321	Oberfläche	Lushington
4 —	23 — W.	1,0290	Oberfläche	Schmidmeyer
3 28	81 4 O.	1,0314	Oberfläche	Lushington

3) Aequator.

0 0	25 30 W.	1,0295	Oberfläche	Schmidmeyer
0 0	23 0 —	1,0291	Oberfläche	Bas. Hall
0 0	83 0 O.	1,0293	Oberfläche	Bas. Hall
0 0	92 0 —	1,0282	Oberfläche	Bas. Hall

Digitized by Google

4) Südlicher Ocean.

Breite	Länge	spec.Gew.	Tiefe	Seefahrer.
8° 30′S.	32° 0′W.	1,0302	Oberfläche	Schmidmeyer
9 —	35 — —	1,0305	Oberfläche	Schmidmeyer
11 30—	33 7 —	1,0310	Oberfläche	Lushington
21 —	0 —	1,0291	Oberfläche	Bas. Hall
23 30	73 0 O.	1,0295	Oberfläche	Bas. Hall
25 30	5 30 —	1,0333	Oberfläche	Bas. Hall
28 0	43 — —	1,0284	Oberfläche	Bas. Hall
35 10	21 — —	1,0287	Oberfläche	Bas. Hall

5) Gelbes Meer.

35 0N.	— —	1,0241	Oberfläche	Bas. Hall

6) Mittelländisches Meer.

36 0	5 — W.	1,0313	250 Faden	Macmichael
36 0	5 — W.	1,0317	Oberfläche	Macmichael

7) Meer von Marmora.

40 30	26 12 O.	1,0294	34 Faden	Liston
40 30	26 12 —	1,0215	Oberfläche	Liston
41 —	29 — —	1,0157	30 Faden	Liston
41 —	29 — —	1,0145	Oberfläche	Liston

8) Schwarzes Meer.

— —	— —	1,0154	Oberfläche	Sautter

9) Weifses Meer.

65 15	39 19 O.	1,0202	Oberfläche	Sautter

10) Ostsee.

56 —	15 — O.	1,0061	Oberfläche	Prevost
56 —	12 40 —	1,0171	17 Faden	Berger
57 39	— — —	1,0272	14 Faden	Berger

Digitized by Google

Die einzelnen Bestimmungen weichen nicht unbet
lich von einander ab und mehr, als bei solchen Mess
der Fall zu seyn pflegt, insbesondere wenn man berück
tigt, dafs die letzteren sämmtlich von einem und dem
Physiker gemacht wurden. Wollte man blofsen Vermuth
Raum geben, so liefse sich denken, dafs das geschöpfte
ser zuweilen etwas längere Zeit in offenen Gefäfsen stand
es in die wohlverwahrten Flaschen gefüllt wurde, so d
durch Verdunstung etwas concentrirter werden konnte.
zwischen geht aus dem arithmetischen Mittel dieser Be
mungen so viel hervor, dafs das Wasser des nördliche
larmeeres am leichtesten ist und von hier an bis zum 30.
S. B. an spec. Gewichte zunimmt. Im Mittel nämlich i
spec. Gewicht des Wassers aus dem nördlichen Polar
= 1,02776, bis zum Aequator = 1,02983, unter der
= 1,029025 und im südlichen Oceane = 1,03002. E
schlossene Meere weichen von dem allgemeinen Mittel b
tend ab und bei einigen findet an den verschiedenen S
ein sehr merklicher Unterschied statt. Das Wasser des
telländischen Meeres ist auf jeden Fall merklich schwerer
des Meeres von Marmora wird leichter, je näher ma
Strömung aus dem schwarzen Meere kommt, und das der
see kommt blofs an einigen nördlicher gelegenen Stellen
Gewichte des Seewassers nahe.

20) Vorzüglich schätzbare Versuche zur Bestimmung
spec. Gewichts des Seewassers hat v. Horner auf der
stenstern'schen Entdeckungsreise gemacht. Die erhaltenen
sultate sind schon deswegen um so viel zuverlässiger, wei
Wägungen mit dem frisch geschöpften Wasser vorgenom
wurden, nicht zu rechnen die angegebene grofse Feinheit
gebrauchten Aräometers und die bekannte Sorgfalt und
wissenhaftigkeit des Experimentators. V. Horner reducirte
erhaltenen Werthe sämmtlich auf 10° R., indem er die
dehnung des Seewassers durch Wärme vermittelst seines A
meters bestimmte, wobei es ihm nicht entging, dafs d
weit regelmäfsiger und (mindestens bei nicht hohen Temp
turen) ungleich gröfser ist, als bei reinem Wasser. Zur
sern Uebersicht habe ich indefs die hiernach erhaltenen
stimmungen auf gleiche Weise, als bei den eben mitgethei

Digitized by Google

chehn ist, auf 0° C. für das Seewasser und auf den Punct gröfsten Dichtigkeit des reinen Wassers reducirt.

Atlantisches Meer.			Atlantisches Meer.		
Breite	spec. Gew.	Monat	Breite	spec. Gew.	Monat
4°,0 N.	1,0288	Mai	48 S.	1,0272	Febr.
25,5 —	1,0303	Juni	52 —	1,0259	—
26,0 —	1,0303	—	58 —	1,0274	—
28,0 —	1,0303	—	Südsee.		
30,0 —	1,0298	—			
39,0 —	1,0294	Juli	22 N.	1,0288	Juni
55,0 —	1,0282	—	23 —	1,0282	—
60,5 —	1,0279	Febr.	31 —	1,0284	Sept.
40,0 S.	1,0301	—	32 —	1,0273	Octob.
44,0 —	1,0279	—	32 —	1,0282	Nov.

Südsee.			Südsee.		
Breite	spec. Gew.	Monat.	Breite	spec. Gew.	Monat
49° N.	1,0278	Octob.	39° S.	1,0275	April
46 —	1,0256	Octob.	56 —	1,0261	März
48 —	1,0286	Sept.	56 —	1,0263	—
50 —	1,0230	Octob.	57 —	1,0266	—
51 —	1,0257	Juli			
52 —	1,0254	Juli	Chinesisches Meer.		
3 S.	1,0287	Mai	6 N.	1,0278	Febr.
8 —	1,0289	—	10 —	1,0270	—
31 —	1,0282	April	19 —	1,0281	—
32 —	1,0284	—	22 —	1,0280	—

Ochotzkisches Meer.			Koraisch. Meer.		
53° N.	1,0220	Aug.	40° N.	1,0262	Mai
— —	1,0230	—	43 —	1,0266	—
— —	1,0252	—	— —	1,0256	—
54 —	1,0254	—	46 —	1,0230	—
— —	1,0259	—	46 —	1,0240	—

Ostsee.

56 N.	1,0067	Aug.
60 —	1,0076	—

Digitized by Google

Auch diese Resultate zeigen gröfsere Unterschie
dafs sie für Beobachtungsfehler gelten könnten, und da
winnt die Vermuthung an Wahrscheinlichkeit, dafs da
wasser an verschiedenen Strecken oder zu verschieden
ten ein ungleiches specif. Gewicht habe. Auffallend
sind die Ergebnisse von folgenden Betrachtungen. A
stimmungen für den atlantischen Ocean geben im
1,02875, für die Südsee 1,02692, wonach also das Wa
erstern Meeres salzreicher, als das des letztern wär
Folgerung, die sich mit anderweitigen Thatsachen in
einstimmung bringen läfst. Vergleichen wir bei beide
nen, das chinesische Meer mit eingeschlossen, die n
und südliche Erdhälfte, so giebt das arithmetische Mi
jene 1,02795 und für diese 1,02765, wonach also, im
spruche mit Marcet, der südliche Ocean weniger sa
seyn würde. Letzteres Resultat ist das wahrscheinliche
auf der Südhälfte der Erde im Ganzen die Eisbildung
und die Verdunstung geringer ist. Endlich geht aus d
gleichung noch so viel unverkennbar hervor, dafs de
gehalt im Allgemeinen unter niederen Breiten gröfser al
höhern ist.

21) Die bereits erwähnten Bestimmungen von John
gehören sicher mit zu den genauesten. Das in einem
Eimer geschöpfte Wasser wurde entweder sogleich ver
eines dem Homberg'schen ähnlichen Aräometers gewogen
es wurde in Flaschen gefüllt, sorgfältig verschlossen u
am Lande nach der Ankunft auf Ceylon untersucht, w
fserdem die Schwankungen des Schiffes fehlten, die b
ersten Wägungen der gröfseren Genauigkeit Abbruch
Die mittlere Temperatur bei diesen Versuchen war 80°
deswegen hat John Davy auch die früher erhaltenen
tate hierauf reducirt, was zwar nicht mit gehöriger
geschehn seyn kann, weil damals die Gesetze der A
nung beider Flüssigkeiten noch nicht genügend bekann
ren; inzwischen wurden bei weitem die meisten Besti
gen später am Lande bei der angegebenen Temperatur
ten, und so können also die aus ungleicher Wärme en
genden Fehler nicht grofs seyn, wenn man alle auf die
angegebene Weise auf 0° C. des Seewassers und auf den

Digitized by Google

gröfsten Dichtigkeit des süfsen Wassers reducirt. Dieses dann folgende Werthe.

Breite	Länge W.	spec. Gew.	Breite	Länge W.	spec. Gew.
25 N	10° 20′	1,0264	4° 9′ N.	19°15′	1,0291
53 —	10 28	1,0277	4 2 —	18 44	1,0288
36 —	13 50	1,0270	4 0 —	18 30	1,0284
54 —	15 47	1,0270	2 58 —	18 44	1,0284
48 —	16 34	1,0270	1 20 —	21 10	1,0277
8 —	21 35	1,0270	0 12 S.	21 50	1,0277
54 —	22 15	1,0284	1 28 —	22 20	1,0277
44 —	21 59	1,0277	10 30 —	24 25	1,0276
38 —	22 24	1,0274	22 36 —	26 30	1,0277
35 —	23 5	1,0274	30 25 —	20 0	1,0270
36 —	23 15	1,0287	34 25 —	3 20.	1,0267
1 —	22 47	1,0270	34 45 —	5 31	1,0264
47 —	22 37	1,0280	34 1 —	17 51	1,0273
4 —	21 26	1,0290	34 1 —	17 51	1,0264
56 —	20 20	1,0288	35 57 —	24 0	1,0267
42 —	19 20	1,0290	32 4 —	58 18	1,0274
33 —	19 16	1,0291	21 45 —	65 25	1,0273
57 —	19 10	1,0291	1 40 —	63 35	1,0267

Die Unterschiede der einzelnen Bestimmungen sind bei ihm kleiner bei dieser Reihe, als bei den beiden vorher gehenden, und es gehn unverkennbar die beiden durch Horner gleichfalls aufgefundenen Gesetze daraus hervor, nämlich dafs der Salzgehalt des Meeres unter niedern Breiten immer und auf der nördlichen Erdhälfte gröfser ist, als auf der südlichen. Das arithmetische Mittel für die erstere ist 1,02801 und für die letztere = 1,02712, im Ganzen also 1,027265, mithin geringer, als das durch Marcet und Horner gefundene.

22) Die Wägungen, welche unter der Aufsicht von Gay-Lussac durch Despretz mit Seewasser vorgenommen wurden, welches diese Gelehrten von Lamarche in wohlverschlossenen und verpichten Flaschen erhielten, die derselbe auf einer Rückreise von Rio Janeiro nach Frankreich in verschiedenen Gegenden gefüllt hatte, gehören unstreitig zu den genauesten, um so mehr, als sie nach Homberg's Methode und bei 8° C. gemacht wurden und sich daher genau auf

die Normaltemperatur durch das oben angegebene Ver
reduciren lassen. Wir erhalten hiernach folgende Wert

Breite	Länge W.	spec. Gew.	Breite	Länge W.	spec.
35° 0′ N.	17° 0′	1,0297	5° 2′ S.	22° 36′	1,0
31 50 —	23 53	1,0301	8 1 —	5 16	1,0
21 0 —	28 25	1,0295	12 59 —	26 56	1,0
9 59 —	19 50	1,0278	15 3 —	24 8	1,0
6 0 —	19 55	1,0284	17 1 —	28 4	1,0
3 2 —	21 20	1,0281	20 21 —	37 5	1,0
0 0 —	23 0	1,0290	23 55 —	43 4	1,0

Das Mittel aus den Wägungen des Wassers der
chen Erdhälfte giebt 1,02974 und der nördlichen 1,0289
mit den durch J. Davy und v. Horner gefundenen R
ten nicht übereinstimmt, auch folgt aus ihnen keine Zu
des Gewichts unter niederen Breiten. Gay-Lussac
den Unterschied der einzelnen gefundenen Werthe g
als er bei der angewandten Sorgfalt erwartete, und
Nämliche bei allen drei Reihen wiederkehrt, so müfste
hiernach annehmen, dafs der Salzgehalt des Meeres si
einzelnen Strecken zuweilen ändert.

23) Bei Gelegenheit der englischen Nordpol-Expe
im Jahre 1818 stellte Fischer[1] viele Wägungen an, u
spec. Gewicht des Meerwassers auszumitteln, wozu e
einer vortrefflichen hydrostatischen Waage von Newma
diente. Die Temperatur des Wassers bei den Wäg
selbst ist nicht angegeben, die Resultate lassen sich
nicht reduciren, allein dieses wird auch überflüssig, d
nichts weiter zu beweisen vermögen, als dafs das zwi
dem Eise von der Oberfläche geschöpfte Wasser an sp
schem Gewichte hinter dem unter niedrigern Breiten wei
rückbleibt. Das geringste Gewicht des Wassers von der
fläche war 1,0086, als dasselbe etwas unter den Gefrier
erkaltet war, woraus man schliefsen könnte, dafs die
scheidung des Salzes dann schon begonnen habe. Das
ser aus 40 Faden Tiefe war von 1,0275 spec. Gewicht,
Zunahme des Salzgehaltes war dann der wachsenden
zwar nicht direct proportional, stieg aber doch bis 1,028

1 G. LXIII. 262.

Digitized by Google

)4 Faden Tiefe. Interessant sind jedoch die mittlern Resulte der Wägungen, welche Fischer auf der Hinreise und r Rückfahrt mit dem Wasser anstellte, welches unter den rschiedenen Breiten von der Oberfläche geschöpft wurde, oraus dann die Abnahme des Salzgehaltes unter höhern Breiin unverkennbar hervorgeht.

Breite	spec.Gew.	Breite	spec.Gew.
60° bis 61°	1,0276	71° bis 72°	1,0276
61 — 62	1,0276	72 — 73	1,0276
62 — 63	1,0275	73 — 74	1,0277
63 — 64	1,0276	74 — 75	1,0275
64 — 65	1,0275	75 — 76	1,0275
65 — 66	1,0275	76 — 77	1,0274
66 — 67	1,0275	77 — 78	1,0273
67 — 68	1,0274	78 — 79	1,0272
68 — 69	1,0275	79 — 80	1,0267
69 — 70	1,0275	80 — 81	1,0267
70 — 71	1,0275	81	1,0058

24) Eine sehr schätzbare Reihe von Wägungen des Seewassers ist auf v. Kotzebue's erster Reise angestellt und durch v. Chamisso[1] mitgetheilt worden. Das Wasser wurde stets von der *Oberfläche* genommen und die Temperatur desselben ist ungleich mit angegeben, allein blofs diejenige, die unmittelbar nach dem Schöpfen gemessen worden war, so dafs sie bei der Bestimmung des specif. Gewichtes ungewifs bleibt und somit eine Reduction angewandt werden kann. Diese würde jedoch nur die unter niedern Breiten gefundenen spec. Gewichte noch mehr erhöhen, die ohnehin so grofs sind, dafs man sie nur corrigirt zu halten geneigt seyn sollte. Sämmtliche Bestimmungen sind nach den Breiten, den Längen und den Jahreszeiten geordnet, aufserdem fallen die meisten in das Jahr 1816, viele in 1817 und einige in 1818; die einzelnen weichen von einander nicht unmerklich ab, der auffallendste Unterschied zeigt sich jedoch rücksichtlich der ungleichen Breiten. Da es zu viel Raum erfordern würde, sie in ihrer ganzen Ausdehnung hier aufzunehmen, so beschränke ich mich

1 Entdeckungsreise in die Südsee und nach der Behringsstrafse u. s. w. unter A. v. Kotzebue. Weim. 1821. Bd. III. S. 221.

Digitized by Google

auf die arithmetischen Mittel aus den zu verschiedener
ten und unter ungleichen Längengraden erhaltenen We
die ich nach den Graden der Breite zusammenstelle.

Breite	sp. Gew.	Breite	sp. Gew.	Breite	sp. G
65° N.	1,02375	30° N.	1,02835	5° S.	1,02
60 —	1,02410	25 —	1,02882	10 —	1,02
55 —	1,02462	20 —	1,02885	15 —	1,02
50 —	1,02480	15 —	1,02866	20 —	1,02
45 —	1,02585	10 —	1,02848	25 —	1,02
40 —	1,02700	5 —	1,02850	30 —	1,02
35 —	1,02780	0 —	1,02850	35 —	1,02

Aus dieser Uebersicht geht unverkennbar hervor, da
spec. Gewicht des Seewassers unter niederen Breiten g
ist, als unter höhern, und auf der Südhälfte der Erde gr
als auf der nördlichen Hemisphäre. Die erste dieser F
rungen stimmt mit andern Beobachtungen überein; die le
steht mit einigen der genauesten im Widerspruche und
durch die demnächst folgenden Bestimmungen von Lenz
scheidend widerlegt. Aufserdem aber stimmen die unter
hern nördlichen Breiten gefundenen spec. Gewichte mit
Resultaten anderer Messungen durchaus nicht überein, sie
so auffallend geringe, dafs man nothwendig auf Beobachtu
fehler schliefsen mufs, deren Verbesserung jedoch unn
ist, da es anderweitige Bestimmungen zur Genüge giebt,
den Sachverhalt aufser Zweifel stellen.

25) Scoresby[1] glaubt, dafs an einzelnen Stellen spec
Ursachen, namentlich das Einfallen mächtiger Flüsse, den S
gehalt des Meerwassers ändern können, dafs dagegen aber
steten Bewegungen durch Strömungen und Stürme eine üb
all gleiche oder wenig verschiedene Beschaffenheit dessel
bewirken. Für das gröfste beobachtete spec. Gewicht hält
das, was Lamarche[2] unter 20° 21′ S. B. und 33° 35′ W.
v. G. = 1,0297 fand, und für das geringste dasjenige, was
selbst unter 78° N. B. und 7° östl. L. = 1,0259 bestimm
eingeschlossene Meere machen jedoch hiervon eine Ausnah
wie denn namentlich Ross das Wasser der Baffinsbay n

1 Account of the arctic Regions. T. I. p. 171.
2 Ann. of Philos. T. XII. p. 32.

Digitized by Google

= 1,020 fand, das der Ostsee[1] nach genauen Messungen nur = 1,014 beträgt und das des mittelländischen Meeres specifisch schwerer ist, als das des Oceans[2]. Unter 62 Wägungen, welche Scoresby im grönländischen Meere von 57° 22′ bis 79° 4′ N. B. mit Seewasser vorgenommen hat, wovon einige Proben selbst in der Nähe von Eis geschöpft waren, ist das geringste auf die angegebene Weise reducirte Resultat = 1,0246 und das gröfste = 1,0295, beide unter 57° N. B. erhalten, das Mittel aus allen aber ist 1,02809. Hiermit stimmen auch die Resultate der Wägungen überein, welche Andrew Fyfe[3] mit 16 Proben Seewasser vornahm, die er von Scoresby und Ross aus 62° bis 78°,5 N. B. erhalten hatte, wonach das geringste reducirte Gewicht = 1,0266, das gröfste aber = 1,0286, das Mittel aus allen aber = 1,02797 ist.

26) Die bereits mehrmals erwähnten Bestimmungen des specifischen Gewichts des Seewassers, welche Lenz auf der letzten Entdeckungsreise des Capitains v. Kotzebue gemacht hat, entscheiden zuerst die oft aufgeworfene Frage über den mit der Tiefe zunehmenden Salzgehalt. Hierzu war blofs erforderlich, das spec. Gewicht des Wassers von der Oberfläche und des aus der Tiefe mit dem Bathometer heraufgebrachten bei gleichen Temperaturen auszumitteln und beide mit einander zu vergleichen. Dieses geschah auf sieben Stationen und gab folgende Resultate,

1 Ann. of Philos. T. VII. p. 42.
2 Ebend. T. IV. p. 206.
3 Edinb. phil. Journ. No. I. p. 160.

Breite	Länge	Tiefe in T.	spec. Gew.	Differe
7° 20′ N.	21° 59′ W.	0	1,02574	
		539	1,02644	— 0,000
21 14 —	196 1 —	0	1,02701	
		665,1	1,02666	+ 0,000
		929,4	1,02659	+ 0,000
25 6 —	156 58 —	0	1,02706	
		167	1,02674	+ 0,000
41 12 —	141 58 —	0	1,02562	
		205	1,02609	— 0,000
		512,1	1,02658	— 0,000
32 6 —	136 48 —	0	1,02678	
		214	1,02624	+ 0,000
		450,2	1,02651	+ 0,000
		592,6	1,02629	+ 0,000
32 20 —	42 30 —	0	1,02825	
		1014,8	1,02714	+ 0,001
45 53 —	15 17 —	0	1,02738	
		396,4	1,02732	+ 0,000

Aus dieser Zusammenstellung folgt, dafs der Salzg des Meeres vom Aequator bis zu 45° N. B. in allen T gleich ist, denn die Unterschiede sind einander entgege setzt und die meisten sind so, dafs sie eher eine mit Tiefe abnehmende Salzigkeit anzeigen.

Ueber das spec. Gewicht des von der Oberfläche schöpften Wassers hat Lenz im Ganzen 276 Bestimmu mitgetheilt, und da diese vorzugsweise dazu dienen kön die Frage über den Salzgehalt des Seewassers definitiv zu antworten, so gestattet ihre allgemeine Wichtigkeit keine W lassungen. Um jedoch möglichst in die Kürze zu ziehn, h ich von denen, bei welchen der Unterschied der Breite Länge nicht mehr als 30 Minuten beträgt, das arithmetis Mittel genommen. Lenz hat alle seine Messungen auf 14 reducirt; um sie aber mit den bisher mitgetheilten Bestimm gen anderer Gelehrten besser vergleichen zu können, habe sie durch Multiplication mit dem Quotienten $\frac{1,002477}{1,001280}$, von der Zähler dem Volumen des Seewassers, der Nen aber dem des reinen Wassers bei 14° R. nach meinen V suchen angehört, auf 0° C. des Seewassers gegen destillir Wasser im Puncte seiner gröfsten Dichtigkeit reducirt.

Digitized by Google

1) Atlantischer Ocean.

Breite	Länge w. v. G.	spec.Gew.	Breite	Länge w. v. G.	spec. Gew.
50°25 N.	2° 39′	1,0278	13°15′ N.	35°23′	1,0281
50 16 —	3 18	1,0281	11 29 —	24 25	1,0282
50 10 —	5 4	1,0284	11 22 —	33 48	1,0289
49 30 —	6 14	1,0285	9 45 —	22 59	1,0282
48 54 —	5 57	1,0278	7 25 —	21 55	1,0271
48 10 —	11 57	1,0286	6 12 —	21 10	1,0272
47 48 —	7 36	1,0284	6 8 —	28 41	1,0288
47 19 —	15 54	1,0289	5 30 —	21 00	1,0277
47 19 —	8 33	1,0276	5 1 —	18 44	1,0271
45 53 —	15 17	1,0287	4 36 —	25 24	1,0285
45 34 —	16 22	1,0288	3 20 —	20 45	1,0278
45 1 —	17 16	1,0286	3 22 —	23 30	1,0280
44 0 —	18 39	1,0289	2 3 —	22 46	1,0282
43 17 —	24 8	1,0289	1 55 —	23 10	1,0277
43 3 —	11 35	1,0282	0 00 —	24 16	1,0285
42 40 —	30 31	1,0290	1 25 S.	26 10	1,0285
41 6 —	34 15	1,0289	2 20 —	22 18	1,0285
41 2 —	12 38	1,0286	4 7 —	28 00	1,0287
40 2 —	12 38	1,0288	6 51 —	29 19	1,0288
39 53 —	36 37	1,0291	8 4 —	16 19	1,0287
38 3 —	36 57	1,0290	9 36 —	31 00	1,0289
38 0 —	13 20	1,0290	11 12 —	12 33	1,0292
36 43 —	37 17	1,0290	14 16 —	34 14	1,0294
36 20 —	14 6	1,0292	14 18 —	8 7	1,0290
35 29 —	40 2	1,0292	15 58 —	5 49	1,0292
33 9 —	14 53	1,0289	16 15 —	34 58	1,0295
32 20 —	42 30	1,0293	18 5 —	2 44	1,0290
31 50 —	42 15	1,0294	18 29 —	35 56	1,0295
30 55 —	15 19	1,0291	20 11 —	37 33	1,0295
28 13 —	16 14	1,0289	21 29 —	357 49	1,0290
27 7 —	41 45	1,0296	22 21 —	39 28	1,0295
25 39 —	17 45	1,0291	24 49 —	350 30	1,0282
24 10 —	41 48	1,0295	26 45 —	350 30	1,0284
23 52 —	19 48	1,0288	26 55 —	44 5	1,0289
22 24 —	21 23	1,0288	28 46 —	347 29	1,0283
21 45 —	40 33	1,0297	29 21 —	45 16	1,0285
21 0 —	23 18	1,0289	30 34 —	345 13	1,0283
19 22 —	39 13	1,0297	31 12 —	46 25	1,0290
19 1 —	25 5	1,0290	31 49 —	343 36	1,0278
17 16 —	37 57	1,0293	32 37 —	47 19	1,0289
16 23 —	26 27	1,0288	33 31 —	49 22	1,0288
15 11 —	36 41	1,0282	34 3 —	342 31	1,0282
13 38 —	25 41	1,0289	35 00 —	51 6	1,0280

Digitized by Google

Breite	Länge w. v. G.	spec.Gew.	Breite	Länge w. v. G.	spec.Ge
37°24′ S.	52° 31′	1,0267	48°54′ S.	63° 14′	1,0269
40 41 —	52 20	1,0286	50 18 —	63 24	1,0269
43 45 —	55 32	1,0275	53 27 —	63 58	1,0272
44 2 —	56 34	1,0276	54 6 —	64 15	1,0269
44 49 —	48 9	1,0275	54 49 —	63 5	1,0265
44 15 —	60 33	1,0268	55 59 —	66 7	1,0267
48 7 —	63 15	1,0269	56 41 —	68 19	1,0270

Südsee.

Breite	Länge w. v. G.	spec.Gew.	Breite	Länge w. v. G.	spec.Gew
56°22′ N.	138° 1′	1,0257	25° 6′ N.	156°58′	1,0282
55 11 —	139 13	1,0261	24 49 —	142 15	1,0284
53 52 —	144 58	1,0262	23 41 —	156 40	1,0283
52 55 —	148 10	1,0263	23 33 —	196 25	1,0284
52 7 —	151 10	1,0261	23 27 —	146 58	1,0283
51 32 —	138 57	1,0265	23 12 —	134 27	1,0279
51 8 —	154 36	1,0262	23 5 —	157 53	1,0283
50 25 —	192 26	1,0262	21 59 —	151 1	1,0286
50 2 —	187 16	1,0265	21 30 —	196 0	1,0283
49 36 —	180 45	1,0261	21 16 —	156 9	1,0281
49 22 —	199 42	1,0263	21 5 —	153 42	1,0281
48 9 —	139 29	1,0266	20 13 —	234 28	1,0282
47 33 —	199 29	1,0265	20 13 —	150 35	1,0281
46 42 —	200 14	1,0265	19 57 —	228 59	1,0282
46 9 —	140 32	1,0266	19 47 —	147 6	1,0279
44 15 —	140 28	1,0266	19 29 —	195 36	1,0283
41 52 —	200 52	1,0272	18 59 —	195 2	1,0284
41 20 —	141 50	1,0269	18 36 —	161 13	1,0281
40 42 —	142 41	1,0269	18 12 —	239 44	1,0275
39 46 —	142 40	1,0268	17 8 —	194 5	1,0281
37 30 —	140 47	1,0276	16 44 —	163 50	1,0283
37 2 —	202 0	1,0280	16 28 —	240 33	1,0272
35 22 —	139 19	1,0278	15 23 —	127 22	1,0283
34 15 —	201 2	1,0279	15 10 —	193 21	1,0280
33 5 —	201 4	1,0278	14 32 —	169 38	1,0283
32 53 —	137 48	1,0280	13 3 —	192 35	1,0279
31 17 —	137 5	1,0281	12 6 —	181 18	1,0282
29 34 —	156 0	1,0281	11 35 —	196 0	1,0279
28 54 —	137 57	1,0283	11 19 —	186 5	1,0282
27 53 —	128 17	1,0275	11 11 —	189 56	1,0277
27 52 —	156 34	1,0281	10 2 —	191 3	1,0279
27 6 —	138 47	1,0281	8 22 —	186 52	1,0287
25 30 —	130 46	1,0287	1 1 —	180 26	1,0284

Digitized by Google

Breite	Länge w. v. G.	spec.Gew.	Breite	Länge w. v. G.	spec.Gew.
1° 28′ S.	178° 52′	1,0284	18° 58′ S.	99° 53′	1,0289
2 50 —	177 55	1,0283	19 17 —	97 8	1,0289
4 39 —	177 29	1,0285	19 41 —	94 9	1,0288
8 2 —	175 33	1,0281	21 35 —	88 41	1,0280
9 59 —	175 6	1,0278	22 18 —	86 39	1,0282
11 24 —	174 14	1,0276	23 49 —	84 49	1,0281
13 19 —	172 54	1,0280	25 3 —	83 24	1,0281
14 15 —	170 50	1,0282	27 31 —	79 48	1,0277
14 30 —	168 1	1,0279	29 43 —	77 38	1,0274
14 32 —	143 55	1,0287	32 36 —	74 59	0,0281
14 57 —	165 46	1,0283	37 55 —	74 28	0,0277
15 6 —	161 55	1,0283	43 6 —	78 14	0,0269
15 16 —	159 41	1,0287	44 47 —	78 22	0,0267
15 42 —	146 14	1,0284	48 54 —	63 14	0,0269
15 55 —	140 0	1,0288	49 6 —	80 23	0,0270
16 5 —	135 0	1,0289	50 18 —	63 24	0,0269
16 21 —	131 52	1,0290	53 27 —	63 58	0,0272
16 50 —	124 15	1,0290	54 6 —	64 15	0,0269
16 55 —	148 52	1,0286	54 17 —	80 57	0,0272
17 13 —	119 6	1,0292	54 49 —	63 5	0,0265
17 25 —	116 15	1,0291	55 59 —	66 7	0,0267
17 35 —	113 34	1,0289	56 2 —	66 41	0,0267
18 24 —	105 9	1,0290	56 41 —	68 19	0,0270
18 41 —	102 34	1,0289	57 27 —	70 47	0,0273

Indisches Meer.

Breite	Länge w. v. G.	spec.Gew.	Breite	Länge w. v. G.	spec.Gew.
13° 29′ N.	244° 17′	1,0271	20° 45′ S.	284° 59′	1,0278
13 0 —	246 47	1,0273	22 2 —	288 25	1,0279
9 17 —	251 20	1,0273	22 39 —	291 31	1,0279
5 12 —	254 50	1,0272	23 33 —	294 26	1,0278
2 42 —	255 22	1,0268	24 33 —	298 18	1,0278
6 58 S.	255 26	1,0266	25 4 —	301 9	1,0279
9 15 —	256 4	1,0267	26 55 —	306 22	1,0279
12 13 —	256 9	1,0267	28 26 —	312 49	1,0280
12 29 —	257 59	1,0278	28 48 —	315 2	1,0279
13 19 —	259 56	1,0273	30 5 —	320 4	1,0280
14 6 —	266 48	1,0272	31 24 —	322 46	1,0282
14 36 —	265 5	1,0272	34 2 —	327 9	1,0280
14 55 —	269 46	1,0274	33 58 —	330 34	1,0282
16 24 —	273 5	1,0274	34 7 —	332 18	1,0282
18 23 —	278 5	1,0275	35 10 —	335 28	1,0280
19 43 —	281 35	1,0278	35 21 —	339 17	1,0283

Digitized by Google

Einen nur kleinen, aber durch die begleitenden Ums interessanten Beitrag zu den Bestimmungen des spec. Ge tes des Seewassers hat der berühmte Capitain Ross[1] gel Eine durch einen Glasstöpsel verschlossene Flasche mit ser brachte er aus der Spence-Bay von der Landeng Boothia Felix mit und dieses zeigte nachher ein spec. wicht = 1,011 bei 64° F. (17°,8 C.); eine Pinte dess enthielt 8,7 Grains salzsaure Magnesia, 8,26 schwefel Magnesia, 9,25 Kochsalz und 7,47 schwefelsauren Kalk. Salzlake, die er in einem Ochsenschädel fand, wo sie w scheinlich durch das Gefrieren concentrirt war, und die — 18° C. noch flüssig blieb, hatte ein spec. Gewicht von bei eben jener Temperatur.

27) Die bisher in grofser Ausführlichkeit mitgethe Thatsachen führen zu Resultaten, welche sehr genau mit t retischen Folgerungen übereinstimmen.

a) Wenn gleich einige Messungen des spec. Gewi auf einen gröfsern Salzgehalt in der Tiefe schliefsen lasse darf man doch blofs annehmen, dafs dort die Salzigkeit gelmäfsiger und nicht von zufälligen Bedingungen abhä ist, wie zuweilen an der Oberfläche. Uebrigens ist eine der Tiefe zunehmende Dichtigkeit des Meerwassers nicht mal wahrscheinlich, weil nach den Versuchen von G Lussac[2] selbst gesättigtes Salzwasser in langen Röhren r stehend nicht ungleich dicht wird, die Bewegungen des M res aber sich vermuthlich ganz bis auf den Grund desse erstrecken. Blofs specielle Bedingungen, als anhaltender fluss trockner Winde, starke Regen, Bildung und Schmelz grofser Eismassen und das Herzuströmen grofser Mengen fsen Wassers, können einen merklichen Unterschied zwis dem Salzgehalte der Oberfläche und der Tiefe herbeifüh Die Wahrnehmungen von Marsigli und Wilke, dafs Meere von Marmora das Wasser der Tiefe viel salzreiche das an der Oberfläche sey, was durch Marcet's Unte chungen bestätigt wird, erklären sich leicht aus den Strö gen des leichtern Wassers aus dem schwarzen Meere und k

1 Narrative of a Second Voyage cet. Lond. 1835. 4. App CXI.

2 Ann. Chim. Phys. T. VI. u. VII. G. LXIII. 202.

keine allgemeine Regel begründen. Ebenso haben alle ane Beobachter über 100 Seemeilen weit von den Mün-gen sehr grofser Ströme, namentlich des Ganges, Plata, noco und Amazonenflusses, einen geringern Salzgehalt des eres gefunden.

b) Die Verdunstung, die Hydrometeore und die Eisbil-ng haben auf den Salzgehalt des Meeres einen merklichen nfluſs. Die Verdunstung ist unter dem Aequator am stärk-n, und obgleich dort auch die Regenmengen am gröfsten id, so darf man es doch wohl als ausgemacht ansehn, dafs ne bedeutende Menge des unter der Linie aufsteigenden asserdampfes nach beiden Seiten hin abgeführt wird. Da-gen aber ist eben dort die Verdunstung der herrschenden indstillen wegen ohne Zweifel geringer, als in den Regio-n der Passate. Durch die Eisbildung endlich wird Salz geschieden und unter die übrige Wassermenge vertheilt, so fs das aus dem schmelzenden Eise erhaltene süfse Wasser ne, wenn auch nur unbedeutende, Verminderung des Salzge-ltes herbeiführt. Der Salzgehalt des Meeres mufs also unter ihern Breiten bis dahin etwas geringer seyn, wohin durch hmelzende Eisberge grofse Massen süfsen Wassers geführt erden.

c) Diese Folgerung geht übereinstimmend aus den Mes-ngen der verschiedenen Beobachter hervor, Lenz aber hat rch die Genauigkeit seiner Wägungen eine Modification der-lben aufgefunden. Nach den angegebenen Gründen müfste mlich das Maximum des spec. Gewichtes des Seewassers nter dem Aequator gefunden werden, es ergiebt sich jedoch, fs dasselbe unter etwa 20° N. B. und 40° westl. Länge an-etroffen wird. Von hier an nimmt der Salzgehalt wieder ab, reicht unter etwa 6° N. B. und 21° westl. Länge sein Mi-mum und geht dann in der südlichen Halbkugel wieder zu nem Maximum über, welches man unter 19° S. B. und 36° estl. Länge setzen kann. In der Südsee zeigen sich gleich-lls zwei Maxima unter 25° N. B. und 130° westl. Länge und in weit stärkeres unter 17° südl. B. und 119° westl. Länge. Lenz leitet diese Anomalie sehr sachgemäfs von der Einwir-ung der Passatwinde her, die gerade unter der Linie weit chwächer sind, wo die Windstillen die Schiffer nicht selten n grofse Verlegenheit setzen, statt dafs gegen die Grenzen der

Digitized by Google

gemäfsigten Zonen ein steter frischer Wind die Verdu
ausnehmend befördert. In der Südsee ist eigentlich kein
liches Maximum vorhanden, das südliche dagegen ergie
um so auffallender. Die Ursache hiervon liegt vielleich
in, dafs die hohen americanischen Berge die durch den
wind fortgetriebene Feuchtigkeit auffangen. Auf gleiche
ist das nördliche Maximum im atlantischen Meere aus
Einflusse der trockenen Winde, die über die Ebene A
wehn, leicht erklärbar.

d) Ein gröfserer Salzgehalt einer der beiden Hemisp
scheint sich nicht herauszustellen; dagegen ist der atlan
Ocean am salzreichsten, weniger die Südsee, das in
Meer aber nimmt an Salzigkeit zu, je mehr es sich de
lantischen Ocean nähert. Dieses geht schon aus den ä
Messungen hervor, ganz unverkennbar aber aus den
Lenz angestellten, aus denen noch weiter folgt, dafs i
lantischen Meere in Folge der anhaltenden Verdunstun
Salzgehalt nach Westen hin wächst. Für die Südsee
sich ein solcher Unterschied aus den Messungen nicht
finden.

Wollte man die Grenzen aufsuchen, zwischen denen
das spec. Gewicht des Seewassers hält, so ist dieses
ganz leicht, weil die Maxima und Minima durch spe
Einflüsse bedingt seyn können. Inzwischen ist nicht w
scheinlich, dafs das spec. Gewicht des Seewassers unter
hern Breiten, wenn nicht besondere Ursachen einwirken,
ter 1,0265 her abgeht, und so wird auch das Maximum 1,
wohl nicht übersteigen, die Temperatur des Seewassers
0° C. und des reinen Wassers im Puncte seiner gröfsten D
tigkeit genommen.

28) Die Salze, denen das Seewasser sein gröfseres s
Gewicht und seinen salzig bittern Geschmack verdankt,
durch viele Analysen aufgefunden. Die Operationen, wod
jene rücksichtlich des Qualitativen und Quantitativen besti
werden, sind rein chemisch und liegen also aufser den Gr
zen unserer Untersuchungen. Es möge daher genügen zu
merken, dafs nach einem oberflächlichen Verfahren das S
wasser so lange der Hitze ausgesetzt wird, bis das reine Wa
durch Verdunstung weggeschafft worden ist und der wägb

Digitized by Google

...stand das Verhältniſs der Menge vorhandener fester Sub-...zen zur Quantität des Wassers abgiebt.

Die älteren, wenn nicht Analysen, doch Bestimmungen ...Salzgehaltes des Seewassers haben kaum noch historisches ...resse. Dahin gehören die unbestimmten Angaben von ...ARNIGLI und andern, wonach das Wasser des mittelländi-...chen Meeres in einem Pfunde 1 Lt., 2 Lt., 3 und sogar 4 ...t. feste Bestandtheile enthalten soll. BERGMANN[1] hat sich ...t diesen Untersuchungen viel beschäftigt und in einer schwe-...ischen Kanne 2 Unzen 432 Gr. Kochsalz, 380 Gran Bitter-...de und 45 Gr. Gyps gefunden. Genauere Bestimmungen ga-...n die Analysen von VOGEL[2]. Nach diesem enthalten 1000 ...en bis zur Trockne abgerauchtes Seewasser an festen Be-...andtheilen

Aus dem	Kohlens. Gas	Salzs. Bittererde	Schwefels. Kalk	Kohlens. Kalk u. Bittererde	Schwefels. Bittererde	Salzsaures Natron
Canal 36	0,23	3,50	0,15	0,20	5,78	25,10
Atl. Meer 38	0,23	3,50	0,15	0,20	5,78	25,10
Mittelländ. Meer 41	0,11	5,25	0,15	0,15	6,25	25,10

...wasser von der englischen Küste gab in 100 Theilen

Salzsaures Natron	2,490	3,125.
Salzsaure Bittererde	0,354	
Schwefelsaure Bittererde	0,081	
Schwefelsaures Natron	0,103	
Schwefelsauren Kalk	0,097	

...AVOISIER's[3] Analysen geben nur im Allgemeinen die Be-...andtheile an, nämlich in dem bei Dieppe geschöpften See-...wasser in 40 Pfunden: 8 Unz. 6 Qt. Kochsalz, 4 Qt. 26 Gr.

1 De aqua pelagica. In Opusc. T. I. p. 179.

2 Schweigg. Journ. T. VIII. S. 357. Vergl. Ann. de Chim. T. ...71. p. 68.

3 Physisch-chemische Schriften. A. d. Fr. von Weigel. Th. II. ...145.

Digitized by Google

Bittersalz, 1 Unz. 5 Qt. 10 Gr. zerfliefsbares Kochsal
Kalk und 1 Unze zerfliefsbares Kochsalz mit Bittersalz.
Murray[1] machen salzsaures Natron, salzsaure Magnesia,
saurer Kalk und schwefelsaures Natron die festen Bes
theile des Meerwassers aus. Mit weit gröfserer Genau
hat Marcet[2] nicht etwa alle durch ihr ungleiches Ge
sich als verschieden zeigende Arten von Seewasser unter
sondern nur einige absichtlich gewählte Proben analysirt
über die Bestandtheile des Seewassers im Allgemeinen un
Unterschied einzelner Meere urtheilen zu können. De
fand in 500 Gran Wasser von verschiedener Art an
Bestandtheilen nach dem Abdampfen:

Art des Meermassers.	Spec. Gew.	Bestand
Aus dem nördl. Polarmeere . .	1,02727	19,7
Wasser aus Meereis	1,00235	1,7
Aus der Tiefe erhaltenes Wasser	1,02705	19,3
Vom Aequator	1,02785	19,6
Aus dem südl. atlantischen Ocean	1,02819	20,6
Aus dem weifsen Meere . . .	1,02255	16,1
Aus dem schwarzen Meere . .	1,01422	10,8
Aus der Ostsee	1,00490	3,3
Aus dem nördl. atlantischen Meere	1,02886	21,3
Aus dem gelben Meere . . .	1,02291	16,1
Aus dem mittelländischen Meere	1,02730	19,7
Aus dem todten Meere	1,21100	192,5
Aus dem See Urmia in Persien .	1,11650	111,5

Hiernach läfst sich annehmen, dafs das eigentliche Mee
ser ohne den Einflufs anderweitiger Bedingungen un
4 Procent an festen Bestandtheilen enthalte. Die chem
Untersuchung dieser Rückstände, die mit dem Wasse
dem nördlichen atlantischen Oceane angestellt wurde,
die Anwesenheit folgender Salzmengen in 500 Gran
wasser:

1 Edinb. Phil. Trans. T. VIII. Ann. de Chim. et Phys. T
2 A. a. O.

Digitized by Google

salzsaures Natron . . .	13,300 Gr.
schwefelsaures Natron .	2,330
salzsaurer Kalk	0,995
salzsaure Magnesia . .	4,955
	21,580.

...s diese Analyse noch einen höhern Grad der Schärfe zu-...e, wodurch noch anderweitige Bestandtheile zum Vorschein ...men würden, unterliegt wohl keinem Zweifel. So ent-...ckte Wollaston in dem durch Marcet ihm mitgetheilten ...wasser freies und schwefelsaures Kali, nach Balard[1] be-...det sich etwas Brom darin und Marcet selbst fand bei ...er spätern Analyse[2] einen merklichen Antheil kohlensauren ...lk, woraus die grofse Production der Schalthiere erklär-...ch wird. Nach Webster's[3] Analyse enthält das Seewasser ...der nordamericanischen Küste in einer Pinte in Grains: ...wefelsäure 16,1, Kalk 2,4, Magnesia 13,6, Eisen eine ...r, Natron 95, Salzsäure 96,8, Total 223,9 Grains. Rech-...man[4] 8 Pinten auf ein Gallon und den Gallon zu 277,274 ...h. Zoll, so würden hiernach mit unbedeutender Differenz ...e festen Bestandtheile des Meerwassers 3,12 Procent betra-...n. Diese Bestimmung bezieht sich jedoch auf die Quantität ...r Bestandtheile an sich, ohne denjenigen Gehalt an Wasser, ...lchen jene Salze beim Trocknen im Wasserbade noch zu-...ckhalten. John Murray[5] analysirte das Wasser aus dem ...rth of Forth und fand in 100 Theilen 2,18 salzsaures Natron, ...86 salzs. Magnesia, 0,078 salzs. Kalk und 0,35 schwefels. ...tron, also im Ganzen 3,094 Gewichttheile, mithin gleichfalls ...was über 3 Procent. Gay-Lussac[6] rauchte die oben be-...rs erwähnten Proben des Seewassers, die er vom atlanti-...hen Meere unter verschiedenen Breiten durch Lamarche ...halten hatte, ab und erhitzte den Rückstand bis zum Glühen, ...mit Anwendung der gehörigen Vorsicht die festen Bestand-...ile sämmtlich und wasserfrei zu erhalten. Der so darge-...ilte Rückstand betrug im Minimum 3,57 und im Maximum 3,77,

1 Poggend. Ann. VIII. 114.
2 Ann. of Philos. 1823. Apr. p. 261.
3 Boston Journ. 1824. Jun. p. 96.
4 Vergl. Art. *Mafs.*
5 G. LXIII. 203.
6 Ann. Chim. et Phys. T. VI. u. VII.

Digitized by Google

im Mittel aber 3,665 Gewichttheile in 100, wobei klein
terschiede, die nicht allezeit mit denen des spec. Gew
zusammenfielen, als Folge des stärkern oder schwächern
hens zu betrachten sind. Diese Bestimmung darf a
Wahrheit am nächsten kommend gelten, von welche
auch die übrigen nicht bedeutend abweichen; denn
Gaubius fand schon 3,01 Procent, Bergmann aber
Wasser aus der Nähe der canarischen Inseln 3,59 P
Fyfe[1] trocknete die aus 16 verschiedenen Proben de
wassers aus dem nördlichen Polarmeere von 61° bis 7
haltenen Salze blofs, ohne sie zu glühn, wog sie abe
warm, damit sie keine Feuchtigkeit anziehn sollten, u
hielt dann zwischen 3,27 und 3,91 Procent als Mi
und Maximum, im Mittel aber 3,691, nur wenig von
Bestimmung abweichend, vermuthlich wegen nicht so
Austrocknens der erhaltenen Salze. Hiernach scheint die
von Pages, wonach das Wasser aus 1° 16′ S. B. 3,5 P
aus 20° S. B. 3,9 Procent, aus 40° S. B. 4,0 Procent u
46° S. B. sogar 4,5 Procent Salzgehalt haben, überhaup
das Meer nach dem Südpole hin an Salzigkeit bedeuten
nehmen soll, mit der Wahrheit nicht übereinzustimmen.

29) Von den ältesten Zeiten her hat man sich viele
gegeben, den Ursprung des Salzes im Meerwasser zu er
obgleich es auf den ersten Blick einleuchtet, dafs das
diese seine Beschaffenheit von Anfang an gehabt haben
und daher die Frage über die Entstehung derselben m
allgemeinen über den Ursprung der Erde und der Welt
überhaupt zusammenfalle. Aristoteles[2] und nach diese
Scholastiker meinen, die Ausdünstungen der Meere w
durch den Einfluſs der Sonne so modificirt, dafs sie w
zurückfallend die salzigen und bittern Bestandtheile des
wassers in sich enthielten. Marsigli glaubte, es fänden
im Meere, wie auf dem Lande, grofse Lager von Stei
wogegen jedoch mit Recht einzuwenden ist, dafs die Be
fenheit des nicht völlig gesättigten Seewassers sich nich
dert, so dafs also das vorhandene Salz ursprünglich auf
seyn müfste, dessen Entstehn dann ebenso räthselhaft, a

1 Edinb. Philos. Journ. N. I. p. 161.
2 Meteorol. II. c. 3.

klärende Problem seyn würde; zudem hat man nie auf Meeresboden Salzlager gefunden, was FICHTEL[1] für ein [illegible]des Argument gegen diese Hypothese hält. HALLEY's[2] [illegible]ung, die nur in frühern Zeiten Beifall finden konnte, [illegible] immerhin gegen die gemachten Einwürfe vertheidi-[illegible], so wenig man gegenwärtig auch geneigt seyn kann, ihr [illegible]halten. Hiernach sollen die Flüsse allmälig die Salze [illegible]eere zugeführt haben, deren Menge stets zunehmen [illegible], bis der gegenwärtig bestehende Salzgehalt erzeugt [illegible], nachdem die Salztheile der Erde stets mehr weggespült [illegible] sind, während blofs süfses Wasser durch Verdunstung [illegible] den Meeren aufsteigt und als wässeriger Niederschlag in [illegible]drometeoren zum Theil wieder auf das Festland her-[illegible]. So lange die Zeitdauer dieses stets wechselnden Pro-[illegible] unbestimmt bleibt, mufs man von einer Widerlegung [illegible] Hypothese abstehn, die jedoch auf keine Weise die [illegible] ergiebt, warum die grofsen, durch das Meer be-[illegible]nen Theile der Erdrinde, zusammt dem Wasser derselben, [illegible]nglich von Salzen entblöfst geblieben seyn sollten, die [illegible] auf dem Festlande überall verbreitet finden. Ueberhaupt [illegible] wurde diese ganze, in sich unnütze Untersuchung zu-[illegible]st nur durch die Voraussetzung herbeigeführt, dafs das [illegible] der Meere erst erzeugt werde, statt dafs es entweder in [illegible]r Verbindung oder in seinen Elementen bei der Bildung [illegible] Erde überhaupt ebenso gut ursprünglich vorhanden seyn [illegible], als alle die übrigen Bestandtheile dieses Planeten. Jene [illegible] Ansicht ergiebt sich hauptsächlich aus den mit grofser [illegible]lichkeit dargelegten Aeufserungen von DE MAISON-[illegible][3], wonach die Bestandtheile des Seesalzes in den ver-[illegible]esenen Körpern enthalten seyn sollen, jedoch können [illegible] der eigenthümlichen Beschaffenheit nicht anders, als [illegible] die stete Wellenbewegung gelangen, weswegen sich sol-[illegible] Salze weder in den Landseen, die stets ruhig sind, noch [illegible] Flüssen, die sich blofs vorwärts bewegen, bilden kön-[illegible]. Es würde überflüssig seyn, mehr Worte hierüber zu

[1] Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen. Wien 1791. [illegible] S. 195.

[2] Phil. Trans. No. 344.

[3] Journ. Journ. 1778. T. XII. p. 392.

Digitized by Google

verlieren. Die Salze des Meeres gehören zu den urspr
chen Gebilden unseres Erdballs und die Frage über ihre
stehung ist nach PARROT's richtiger Ansicht in das Gebi
Geologie zu verweisen. Dagegen giebt es überwiegende G
zu vermuthen, dafs die mächtigen *Steinsalzlager*, die i
schiedenen Gegenden häufig gefunden werden, Sedimen
Meeres sind, wie denn auch jetzt noch eine unglaubliche
Salz, namentlich in Frankreich, Spanien, Portugal, Italie
selbst in nördlichern Gegenden, dem Meere dadurch abg
nen wird, dafs man das Seewasser in geeigneten Grube
dunsten läfst. An vielen Orten, z. B. in der Nähe der
Stadt, giebt es solche natürliche Salzpfannen.

30) Die im Meerwasser enthaltenen Kochsalze geben
selben den eigentlich salzigen, die Bittersalze einen
Geschmack. Letzteren leiteten manche, namentlich MAN
von beigemischtem Bitumen her; allein obgleich viele E
führende Quellen sich in das Meer ergiefsen, so würd
doch der gesammten Wassermasse einen Geschmack zu e
len nicht vermögen und die in der Tiefe angenommenen
kohlenlager sind auf jeden Fall nirgends nachgewiesen w
Viele im Seewasser vorhandene Reste zersetzter organische
per erzeugen aufserdem den eigenthümlichen Geruch des
und machen seinen Geschmack widerlich, so dafs es
trinkbar ist, was es ohnehin schon der bloßen Salzigkei
gen kaum seyn würde. Wenn daher das mitgenommene un
beim Regnen in ausgebreiteten Matten aufgefangene Trink
ser den Seefahrern nicht genügt, so gewährt das See
ihnen zur Stillung des brennenden Durstes nur eine ge
Linderung, wenn sie sich darin baden oder die damit d
näfste Wäsche anziehn[1]. Man hat daher von den ält
Zeiten her Mittel gesucht, das Seewasser trinkbar zu ma
Die Angabe des PLINIUS[2], dafs die Schiffer die Dünst
Seewassers mit aufgehangenen und ausgespannten Fellen
fingen, welche alsdann ausgedrückt süfses Wasser gäben,
ruht ohne Zweifel auf mifsverstandenen Sagen, und das
fahren, welches er vorschlägt, hohle Gefäfse von Wac

1 Mösen's patriotische Phantasien. Th. II. S. 263.
2 Hist. Nat. XXXI. 6.

Tiefe herabzusenken, die sich mit süfsem Wasser füllen ..., ist gar nicht ausführbar.

Man hat überhaupt vier Mittel zum Reinigen des See... vorgeschlagen, wovon aber nur eins zu dem beab... Ziele führt. Vorzüglich glaubte man durch eine ... oder minder künstliche Filtration den höchst wichtigen ... zu erreichen, dem schrecklichen Wassermangel auf ... Seereisen zu begegnen. Hierauf führte hauptsächlich ... liche Vorurtheil, dafs das oft an sandigen Meeresküsten ... rinnende süfse Wasser filtrirtes Seewasser sey, obgleich ... genauere Untersuchung seines Ursprungs dasselbe als ei... chen Quellwasser zeigt[1]. Schon Leibnitz[2] brachte da... künstliche Filtrationen in Vorschlag, Marsigli glaubte die ... durch ein 75 Fufs hohes, mit Sand und Erde ge... Rohr bewerkstelligen zu können; was aber von einer ... des Delandes[3] zu halten sey, dafs das Seewasser ... die Wände hohler Wachskugeln als süfses Wasser her... ge, weifs ich nicht zu beurtheilen, doch ist sie ver... lich aus der oben mitgetheilten Nachricht des Plinius ... weitere Prüfung entnommen und keiner Beachtung werth. ... sich gleich mechanisch beigemengter Schmuz durch Fil... das Wasser trennen, so vermögen doch die lockern ... der Filtren die aufgelösten Salze nicht auszu...

Ein zweites vorgeschlagenes Mittel der Reinigung ist das ... Das aus Quellen und Flüssen von den Seefahrern in ... mitgenommene Wasser enthält stets eine geringe Quan... organischer Materie, welche in den ersten Tagen des ru... Liegens zersetzt wird, so dafs ein Theil als Gas ent... der Rest aber zu Boden fällt. Während dieses unei... chen Gährens schmeckt das Wasser faulig, klärt sich aber ..., wie auch das in den Cisternen aufbewahrte, und erhält ... guten milden Geschmack wieder. Leutmann glaubte ... gleiche Weise das Seewasser reinigen und durch wiederholtes ... dann trinkbar machen zu können, allein hierdurch ... blofs die organischen Bestandtheile zersetzt, keines-

[1] Vergl. *Quellen*. Bd. VII. S. 1068.
[2] Acta Erud. Lips. 1682. p. 386.
[3] Rozier Introd. T. I. p. 252.

Digitized by Google

wegs aber die Salze ausgeschieden, und Hales[1] mufste das Seewasser nach dem Faulen noch viermal destilliren es trinkbar zu machen.

Dafs das Meer-Eis aus süfsem Wasser bestehe, w sofern seit den ältesten Zeiten bekannt, als namentlich a holländischen Küsten solches Eis zum Bierbrauen geno wurde, allein Samuel Reyher[2] machte zuerst am End 17ten Jahrhunderts die Naturforscher hierauf aufmerksam veranlafste die vielen Untersuchungen, wodurch diese v an das auffallende Phänomen zu erklären sich bemühten. genwärtig weifs man, dafs der Proceſs des Gefrierens a eine Ausscheidung der Salze bewirkt und hierdurch al Seewasser trinkbar gemacht wird, hauptsächlich wenn das in den Zwischenräumen des Eises befindliche Wasse dem Schmelzen entfernt. Die Seefahrer in den Polarm können daher nie wegen Wassermangels in Verlegenheit men, allein ein künstliches Gefrierenmachen des Seewasse Grofsen, welches neuerdings nach Art der Eisbildung m Verdunstung[3] zu bewerkstelligen vorgeschlagen wurde, i leicht begreiflichen Gründen unausführbar.

Das vierte und einzige ausführbare Mittel der Rein ist die Destillation, wobei nur das reine Wasser in D verwandelt aufsteigt und durch Niederschlagung abgeso erhalten wird. Früher glaubte man, es bedürfe hierbei l licher Mittel zur Entfernung der bitteren Bestandtheile. H rox[4] destillirte dasselbe daher über Potasche und wollte Destillat noch aufserdem durch eine Erde reinigen, Lis destillirte es über Seegras (*alga marina*), Appleby und W son[6] über Höllenstein, gebrannte Knochen und ätzendes Chapmann[7] über Seife und Asche. Nach allen diesen o losen Vorschlägen kam man endlich auf das richtige Ver ren zurück, das Seewasser durch einfache Destillation tr bar zu machen, und die Aufgabe war nur, eine hierzu

1 Edinb. Medical Essays. T. V.
2 Acta Erud. Lips. 1697. p. 398. Vergl. unten §. 50.
3 S. *Wärme; künstliche Kälte.*
4 Phil. Trans. N. 67.
5 Ebend. N. 156.
6 Ebend. T. XLVIII. P. I. p. 69.
7 Ebend. T. L. P. II. p. 635.

nige und die hinlängliche Menge liefernde Maschine zum täglichen Gebrauche auf Schiffen zu erfinden. Eine solche machte Gautier[1] schon 1717 in Vorschlag, aber sie wurde zu ihren Zweck zu unbequem gefunden. Poissonnier[2] gab einen Apparat an, welcher aus einem länglichen, inwendig verzinnten, kupfernen Kessel bestand, an jedem Ende mit einem Helme versehn, worin sich die Dämpfe niederschlugen, die dann vermittelst der gewöhnlichen Kühlfässer abgekühlt werden sollten. Obgleich die Maschine nur zwei Mann zu ihrer Bedienung erforderte und täglich 4200 Kannen Wasser liefern sollte, war sie doch wegen ihrer Gröfse und des erforderlichen Brennmaterials nicht anwendbar. Zweckmäfsiger waren die Vorschläge des Jac. Lind[3], nach denen Dr. Irving[4] eine bekannte Maschine construirte, wofür er vom Parlamente eine Belohnung von 4000 Lstl. erhielt. An vier Tagen in der Woche erhalten die Matrosen kein Fleisch, und dann wird der eine grofse Kessel mit Seewasser gefüllt, um ihn gegen das Verbrennen zu schützen. In dem hölzernen Deckel desselben brachte Irving eine kupferne Röhre an, um die aufsteigenden Wasserdämpfe aufzufangen, leitete diese zu einer Vorlage durch ein Kühlfafs, in welches ein Matrose stets frisches Wasser pumpen mufste. Auf Cook's Entdeckungsreise waren beide Schiffe mit einer solchen Vorrichtung versehn, wodurch jedesmal 120 Quart Wasser gewonnen wurden, welche jedoch für den Bedarf der Mannschaft keineswegs ausreichten, und Forster[5] behauptet, dafs kein Schiff so viel Brennmaterial mit sich führen könne, als für eine solche Vorrichtung erforderlich seyn würde, wenn man durch sie den genannten Bedarf des nöthigen Trinkwassers erzeugen wollte. An diesem Hindernisse scheitern daher alle auch später gemachte Vorschläge zur Gewinnung des Wassers durch Destil-

---

1 Gallon Recueil des machines approuvées par l'Acad. T. III. p. 189.

2 Schlözer's Briefwechsel. Th. II. S. 67.

3 Essay on the diseases incident to Europeans in hot climates. App. p. 351. Versuch über die Krankheiten u. s. w. Aus d. Engl. Riga u. Leipz. 1773. 8.

4 Rozier Observat. T. II. p. 257. Phil. Trans. 1772.

5 Rozier Observat. T. XIV. p. 316.

Digitized by Google

lation[1]. Da aber gegenwärtig durch die Erweiterung der T
bessere Methoden aufgefunden worden sind, um das V
in genügender Menge sicher aufzubewahren, und die Ve
kommnung der Nautik die Schiffe mehr gegen ein uner
langwieriges Herumirren sichert, die Plätze zur Aufnahm
frischem Wasser aber beim Antritte jeder Reise vorhe
stimmt sind, so hat damit das Bedürfnifs einer Reinigun
Trinkbarmachung des Seewassers aufgehört, so wichti
dringend zu seyn, als in frühern Zeiten[2].

F. Temperatur des Meeres.

31) Die Temperatur des Meeres ist den Graden der
graphischen Breite im Allgemeinen umgekehrt proport
aber weit weniger mit den Jahres- und Tageszeiten v
selnd, als die der Luft. Im Ganzen kommt sie der mi
der jedesmaligen Orte ziemlich nahe. Unter der Linie er
das Meer bei Windstille etwa um 3 Uhr Nachmittags
gröfste Wärme an der Oberfläche, gegen Sonnenaufgang
gröfste Kälte, unterliegt gleichen Veränderungen, als die d
in Berührung befindliche Luftschicht, ist aber um einen
ringen Unterschied wärmer, als diese, weil die auffalle
Sonnenstrahlen aus dem Wasser mehr Wärme entbinden,
aus der Luft, wobei jedoch die statt findende Verduns
die Erwärmung bedeutend vermindert[3]. Durch Winde

---

1 Vergl. Frevcinet und Clement in Ann. de Chim. T. IV. p
Ann. des Mines T. III. p. 147, Wurzer in Buchner's Repert. für P
macie Th. XXXII. S. 1. Die Maschine, deren sich Freycinet bedi
zeichnete sich durch Bequemlichkeit und geringen Bedarf von Br
material aus, s. Kotzebue's Reis. Th. II. S. 146., doch mufs erst
weitere Prüfung zeigen, inwiefern dieselbe mit Nutzen angew
werden kann.

2 Nach Perinet soll ein Zusatz von 1,5 fein pulverisirtem M
ganoxyd auf 250 Theile Wasser gegen das Faulen schützen. Ann.
Ph. T. XI. p. 110. Vortheilhaft sind auch die in England gebrä
lichen Gefäfse aus Eisenblech, und auch das Verkohlen der in
Seite der eichenen Fässer, welches zuerst Lowitz, dann Bertho
in Vorschlag gebracht und hiernach v. Krusenstern mit günsti
Erfolge angewandt hat, s. G. XXIII. 354, dient zur bessern Erhalt
von gutem Trinkwasser.

3 Vergl. v. Humboldt Reis. Th. I. S. 347.

tungen wird die Wärme sehr ungleich vertheilt, indem Wassermassen von bedeutend verschiedenen Temperaturen an einander grenzen und aus andern Gegenden herbeigeführt werden. Ueberhaupt hängt die Wärme des Meeres von den verschiedenen Breiten in ungleichen Tiefen und in verschiedenen Tags- und Jahreszeiten von so vielfachen Ursachen ab, die sich einander gegenseitig bedingen, dafs es bisweilen sehr schwierig ist, die sich scheinbar widersprechenden Resultate der Beobachtungen zu vereinigen. Hauptsächlich sind zu berücksichtigen zuerst die Durchsichtigkeit des Wassers, in deren Folge ein grofser Theil der Sonnenstrahlen tiefer eindringt, und daher nicht in gleicher Stärke Wärme erzeugt, als dieses auf dem Festlande geschieht. Auf der andern Seite ist das Wasser ein schlechter Wärmeleiter; ungleich warme Massen können daher eine geraume Zeit neben einander bestehn, ohne dafs sich ihre Temperaturen ausgleichen, und die hieraus entstehende Ungleichheit würde noch viel gröfser seyn, wenn nicht vermöge der Flüssigkeit und ihrer Bewegung die Theile unausgesetzt durcheinander gemengt würden. Dieser Einfluss wird dadurch bedeutend erhöht, dafs das kältere und dadurch specifisch schwerere Wasser nach bekannten Gesetzen herabsinkt, dagegen das örtlich erwärmte emporsteigt. Endlich äufsern nicht sowohl die in Folge der Winde und Wellen entstehenden Bewegungen, als vielmehr die Strömungen den bedeutendsten Einfluss, in deren Folge grofse Wassermassen in der Tiefe von den Polargegenden der equatorischen Zone zufliefsen, während andere aus niederen Breiten den höhern zugeführt werden, die zahlreichen Meeresströme nicht gerechnet.

32) Wenn wir mit Rücksicht auf diese allgemeinen Bedingungen die Angaben der verschiedenen Beobachter prüfen, so ergiebt sich im Ganzen, dafs die Oberfläche des Meeres am Tage etwas wärmer ist, als in der Nacht. Allerdings scheint aus den Beobachtungen von Bayly, Forster, King, Parry, Irving und selbst v. Humboldt hervorzugehn, dafs die Oberfläche des Meeres stets etwas kälter sey, als die begrenzende Luft, allein Parrot[1] bemerkt, dafs alle diese Seefahrer in der Regel blofs am Tage beobachteten. Dagegen

[1] Grundrifs der theor. Physik. Th. III. S. 860.

zeigen die von Peron[1] auf der Entdeckungsreise unter
DIX vier Jahre hindurch um 6 Uhr Morgens und Abend
Mittag und Mitternacht zwischen 49° N. B. und 44° S. B
gestellten Beobachtungen mit der Theorie sehr überein
mend, dafs um Mittag die See kälter ist als die Luft
Mitternacht aber in Folge der gröfsern Wärmemenge des
sers wärmer, während Morgens und Abends beide Tem
turen einander gleich kommen.

Zur Beantwortung der Frage über die mittlere Tem
tur der Luft und der Meeresoberfläche geben die Beobac
gen von Gairdner[2], die sich weit über beide Hälften
atlantischen Oceans und über den südlichen Theil der S
erstrecken, treffliche Materialien. Die mittlern Tempe
ren an den Tagen, wo die angegebenen Grade der Breite
Länge passirt wurden, waren folgende.

Atlantischer Ocean.

Breite	Länge W.	Temperatur See	Luft	Breite	Länge W.	Temperatur See	Luft
50° N.	4°	14°,8	14°,8	5° S.	27°	24°,8	25°,4
45 —	11	17,5	18,9	10 —	31	26,2	26,1
40 —	15	19,1	19,0	15 —	34	26,7	24,6
35 —	16	22,0	20,0	20 —	37	24,8	24,1
30 —	19	23,1	22,2	25 —	37	22,3	22,9
25 —	22	23,5	23,0	30 —	38	20,5	19,8
20 —	24	24,6	24,2	35 —	49	21,6	22,0
15 —	26	26,4	25,6	40 —	54	17,5	13,5
10 —	23	27,5	26,2	45 —	54	13,5	13,3
5 —	17	26,7	25,8	50 —	56	7,7	9,3
0 —	23	24,8	24,7	55 —	64	6,2	7,5
				58 —	67	5,1	5,5

Südsee.

Breite	Länge W.	Temperatur See	Luft	Breite	Länge W.	Temperatur See	Luft
55° S.	77°	6°,2	6°,0	25° S.	88°	24°,5	24°,2
50 —	78	10,4	9,8	20 —	94	23,9	24,1
45 —	85	13,4	13,7	15 —	98	24,7	24,6
40 —	86	15,6	15,8	10 —	103	25,3	25,7
35 —	88	20,8	18,3	5 —	107	26,3	26,8
30 —	87	23,0	22,0	0 —	114	25,9	26,4

1 Voyage T. I. p. 75. Vergl. G. XIX. 427.

2 Edinb. New philos. Journ. N. XXXII. 293.

n Ganzen ist also auch nach den sehr entscheidenden Messungen von Lenz[1] das Meer in jenen niedrigen Breiten von 1° N. B. bis 33° S. B. etwas wärmer, als die Luft, weil die Sonnenstrahlen mehr Wärme im Wasser erregen und dieselbe stärker zurückhält. Dazu kommt der Umstand, daſs die obern Wassertheilchen, sobald sie nach Sonnenunterlassung zu erkalten beginnen, sogleich herabsinken und daſs die zunächst liegenden wärmern an ihre Stelle treten. Bei Tage ist die Luft einer dünnen Schicht unmittelbar über der Oberfläche des Wassers stets etwas wärmer, als die letztere, was wohl mit Recht für eine Folge der Verdunstung gehalten wird, welche gerade an dieser Grenze statt findet. Für ein Vorurtheil muſs man aber den seit den Zeiten des Aristoteles fortgepflanzten Glauben halten, daſs durch Stürme das Meer erwärmt werde. Den Erfahrungen nach sinkt die Temperatur der See durch den Wind, weil gleichzeitig die Verdampfung befördert und kälteres Wasser tieferer Schichten heraufgetrieben wird[2]. Unter niedern Breiten findet auſserdem nach v. Humboldt nur ein geringer Wechsel der Temperaturen am Tage und bei Nacht statt, da selbst die Wärme der Luft auch nur um wenige Grade ändert, womit auſser Peron und Jean Davy auch Martius[3] übereinstimmt. In dieser Beziehung unterscheidet sich indeſs die Temperatur des Meeres von der des Festlandes, insofern jene einen weit geringern Unterschied zwischen Tag und Nacht zeigt, als diese, und obgleich in der äquatorischen Zone eine weit geringere Abkühlung während der Nacht statt findet, als unter höhern Breiten, so ist sie doch auch dort so bedeutend, daſs dadurch der See- und Landwind bedingt wird, welcher bei Nacht von der abgekühlten Oberfläche des Landes dem wärmeren Meere zuweht, bei Tage aber die umgekehrte Richtung annimmt. Auf gleiche Weise kann in der heiſsen Zone kein merklicher Unterschied der Jahreszeiten statt finden, die im Ganzen dort wegfallen, so daſs also das Meer unausgesetzt mit geringen Unterschieden stets dieselbe Temperatur beibehält, welche im Ganzen die mittlere des Breitengrades ist. Inzwischen ist die

---

1 Mém. de l'Acad. de Petersbourg. VIme Sér. T. I. p. 322.
2 V. Humboldt in G. XIX. 430.
3 Spix und Martius Reise Th. I. S. 75.

höhere Temperatur der Luft als die des Wassers unter gen Breiten in der Südsee nach Gaimdner's Messungen Zweifel eine Folge der Jahreszeiten, denn jene Beobacht fallen sämmtlich in den Februar und März.

33) Die gröfsere Beständigkeit der Temperatur des res in den verschiedenen Tags- und Jahreszeiten, als w auf dem Lande gefunden wird, erstreckt sich auch bis z höchsten Breiten hinauf, jedoch tritt der Unterschied der reszeiten stets merklicher hervor. Dafs zwischen der W des Meeres bei Tage und während der Nacht kein bede der Unterschied statt finden könne, folgt so unmittelba dem Verhalten des Wassers, welches die Sonnenstrahlen zurückwirft, theils bis zu gröfserer Tiefe eindringen läfst, in der Regel in steter Bewegung befindet und aufserdem gen seiner grofsen Wärmecapacität nicht schnell eine h Temperatur annimmt, dafs dieser Umstand keine weitere örterung bedarf. Eine merkliche Aenderung der Lufttem tur wirkt daher nicht augenblicklich, sondern erst bei la rer Dauer auf die Wärme des Meeres, jedoch vermag starke Kälte das ohnehin dem Gefrierpuncte nahe Seew in wenigen Stunden mit einer Eisdecke zu überziehn. durch die Jahreszeiten bedingte Unterschied läfst sich in schen nicht im Allgemeinen bezeichnen, weil die mit Temperatur des Meeres, ebenso wie die des Landes, nicht einem beständigen Gesetze überall den Graden der geogra schen Breite umgekehrt proportional ist; einige der am be beweisenden Angaben sind jedoch folgende.

Die gehaltreichsten Thatsachen hierüber hat Al. v. H boldt[1] theils aus eigenen Beobachtungen, theils aus de anderer Seefahrer zusammengestellt, wobei namentlich in ziehung auf die vorliegende Frage die Mittheilungen Churruca[2], Abbé Chappe[3], Perrins[4], Quevedo[5]

---

1 Reisen. D. Ueb. Th I. S. 847.

2 Don Cosme de Churruca Appendice del Viage al Magell 1793.

3 Williams Thermometrical Navigation. Philad. 1790.

4 Auf dem Schiffe Schelton während einer Reise von Lon nach Bombay im J. 1800.

5 Nicholson's Journ. 1804. p. 131. G. XIX. 447.

Digitized by Google

[illegible][1] benutzt sind. Die folgende Tabelle, worin Th. Grade des hunderttheiligen Thermometers und L. die [illegible] der Länge bezeichnen, giebt eine Uebersicht dieses [illegible]haltens im atlantischen Meere.

Nördl. Br.	Chappe Jan. u. Feb. 1768	Perrins März 1804	Quesnel Ap. u. Mai 1803	Humboldt Jun. u. Jul. 1799	Crantzius October 1788	Rodmann Oct. u. Nov. 1803
34°,5	- - - -	Th. 16°,0	Th. 18°,8	Th. 16°,3	Th. 23°,4	Th. 24°,3
	- - - -	L. 18° 20'	L. 41° 14'	L. 16° 55'	L. 10° 37'	L. 52° 40'
30	Th. 20°,7	Th. 19°,3	Th. 20°,7	Th. 18°,4	Th. 23°,8	- - - -
	L. 9° 30'	L. 23° 15'	L. 38° 40'	L. 16° 50'	L. 16°,4	- - - -
26	Th. 23°,9	Th. 20°,7	Th. 21°,2	Th. 20°,2	- - - -	Th. 25°,0
	L. 18° 10'	L. 26° 20'	L. 39° 54'	L. 19° 45'	- - - -	L. 35° 20'
18	- - - -	Th. 22°,7	Th. 23°,2	Th. 22°,4	Th. 26°,4	Th. 26°,2
	- - - -	L. 28° 32'	L. 41° 17'	L. 32° 10'	L. 22° 10'	L. 20° 50'
10	- - - -	Th. 23°,8	Th. 26°,2	Th. 25°,8	Th. 28°,2	Th. 26°,8
	- - - -	L. 24° 30'	L. 57° 7'	L. 65° 40'	L. 22° 25'	L. 26° 50'
5	- - - -	Th. 26°,5	Th. 26°,5	- - - -	Th. 28°,3	Th. 28°,8
	- - - -	L. 22° 33'	L. 33° 10'	- - - -	L. 22° 27'	L. 25° 10'

Sind gleich diese Werthe durch verschiedene Beobachter und [illegible]selmal mit andern Thermometern gefunden worden, so beweisen sie doch auffallend den mit den Breitengraden steigenden Einfluss der Jahreszeiten, da ohnehin Messungen dieser Art sehr leicht,

[1] Coke's Philadelphian medical Museum. T. I. p. 83.

und auch gemeine Thermometer in dem hierzu nöthigen U
fange selten bedeutend unrichtig sind.

V. Horner[1] hat theils eigene, theils fremde Beoba
tungen zusammengestellt, aus denen ich die unter eine
Breite oder zu verschiedenen Jahreszeiten gemachten entn
me, woraus dann gleichfalls ein Einfluss der letzteren h
vorgeht.

Atlantisches Meer.				Südsee.			
Breite	Monat	Temp.	Beobachter	Breite	Monat	Temp.	Beobachter
10° N.	März	24,62	Perrins	23° N.	Juni	20°,9	Horner
—	Aug.	22,75	King	—	Nov.	23,4	Horner
21 —	März	21,25	Perrins	31 —	Febr.	22,0	King
—	Aug.	24,00	Bayly	—	Sept.	27,5	Horner
26 —	März	20,90	Perrins	32 —	Febr.	17,9	Bayly
—	Juni	24,50	Horner	—	Oct.	22,9	Horner
30 —	März	19,00	Horner	45 —	Febr.	9,0	Bayly
—	Juni	23,10	Perrins	—	Oct.	9,1	Bayly
33 —	März	16,80	Perrins	50 —	Apr.	8,0	Bayly
—	Aug.	22,25	Bayly	—	Oct.	6,5	Horner
43 —	Febr.	11,25	Perrins	58 —	Juli	9,25	King
—	Aug.	22,00	Bayly	—	Sept.	7,5	Bayly
60 —	Juni	10,00	Irving	23° S.	März	25,65	King
—	Sept.	13,75	Irving	—	Juli	21,88	Bayly
25° S.	Apr.	24,50	Perrins	39 —	März	17,25	Bayly
—	Sept.	21,25	Forster	—	Apr.	15,62	Horner
36	Apr.	19,00	Perrins	43 —	Jan.	14,75	Bayly
—	Oct.	14,00	King	—	März	15,90	Bayly

V. Kotzebue befand sich auf seiner Entdeckungsreise mehrmals in verschiedenen Jahreszeiten unter gleichen Parallelen und aus den Messungen der ihn begleitenden Naturforscher lassen sich daher viele Bestimmungen entnehmen, aus denen der Einfluss der Jahreszeiten und die mit der geographischen Breite wachsende Zunahme dieser Einwirkung sichtbar hervorgeht. Die nachfolgende Tabelle giebt eine Uebersicht, jedoch ist dabei zu berücksichtigen, dass die Parallele zwar in ganzen Graden gleich, in den Minuten aber bis auf 15 zuweilen verschieden sind, auch konnte ein anderer bedeutender Unterschied nicht berücksichtigt werden, insofern manche Bestimmungen dem Anfange, andere der Mitte oder dem Ende

1 G. LXIII, 270.

Monate zugehören. Die Werthe sind daher nur als zu betrachten.

Grade	Monat	Temp.	Grade	Monat	Temp.
20° N. B.	März	24°,5	40° N. B.	April	8°,3
	Septemb.	26,8		Septemb.	16,5
	Novemb.	24,6	42 — —	April	7,2
	Decemb.	25,2		Septemb.	16,5
22 — —	März	23,8	44 — —	April	5,2
	Nov.	22,8		Septemb.	15,0
24 — —	März	22,7	46 — —	April	4,75
	Sept.	25,0		August	13,25
	Novemb.	22,0		Septemb.	13,2
26 — —	März	21,7	48 — —	April	3,0
	Sept.	25,2		August	12,2
	Novemb.	21,3		Septemb.	11,5
28 — —	Septemb.	25,8	50 — —	April	3,3
	Novemb.	20,5		August	10,2
30 — —	März	16,1		Septemb.	10,5
	Septemb.	24,4	52 — —	April	3,5
32 — —	März	16,9		Juli	6,0
	Septemb.	23,2		August	10,0
	Novemb.	18,7		Septemb.	10,5
34 — —	April	14,0	54 — —	Juli	10,0
	Septemb.	22,7		Septemb.	8,0
36 — —	April	14,5	58 — —	Juli	7,1
	Septemb.	23,0		Septemb.	5,6
38 — —	April	14,5	62 — —	Juli	6,7
	Octob.	15,5		August	4,0

14) Eine den zunehmenden Polhöhen proportionale Abnahme der Temperatur der Oberfläche des Meers folgt schon aus dem oben bereits erwähnten Gesetze, wonach jene Wärme unter den Meridianen der jedesmaligen Orte sehr nahe gleich ist. Es sind der Beobachtungen jener Temperatur eine aufserordentliche Menge, allein sie können nicht ohne Weiteres einzeln genommen werden, weil aus den so eben angestellten Untersuchungen folgt, dafs die verschiedenen Jahreszeiten einen bedeutenden Einfluss ausüben. Um daher zu einem genauen mittleren Resultate zu gelangen, müfsten eigentlich hinlänglich viele tägliche Beobachtungen während eines oder mehrerer Jahre auf gleiche Weise vereinigt werden, als dieses für die Lufttemperatur auf dem Lande zu geschehn pflegt; allein solche sind nicht zu erhalten, weil kein Schiff auf der See

seinen Platz anhaltend behauptet. Dagegen ist allerdin
Temperatur der See weit weniger wechselnd, ungleic
ständiger, und es reicht daher eine weit geringere Meng
zelner Beobachtungen aus, um einen mittlern Werth z
halten, als dieses am Lande der Fall ist. Dessenungeachte
man nicht weiter als zu einem genäherten Resultate gel
für welches in der nachfolgenden Uebersicht die Mitte
den zu Gebote stehenden einzelnen Messungen vereinigt
Für das Meer auf gleiche Weise isothermische Linien
suchen, als dieses für den Continent geschehn ist, ha
noch nicht mit genügendem Erfolge versucht, auch würd
ses ohne Zweifel zu gar keinem oder zu einem nur unt
tenden Resultate führen, weil die Beweglichkeit des M
und der Einfluss der beständigen und der wechselnden S
ein stetes örtliches Verhalten hindern.

V. Humboldt[1] zeigt, dass die mittlere Temperatu
Meeresoberfläche die der Luft etwas übertreffe. Dabei
sich zuerst, welches das Maximum der Wärme sey un
dasselbe gefunden werde. Die verschiedenen hierüber
handenen Beobachtungen weichen nur wenig von einand
Churruca fand im October 1788 dasselbe unter 6°
= 28°,7; Lamarche[2] um die nämliche Zeit unter
N. B. = 28°,6; John Davy ungefähr unter 2° 30′
= 27°,8; Abercrombie[3] unter 8° 55′ N. B. = 28°,6;
rins im April 1804 unter 0° 15′ N. B. = 28°,2; Rod
gleichfalls im October unter 6° N. B. = 28°,8; Queve
März 1803 unter 2° 2′ S. B. = 28°,6; v. Humbold
März 1803 unter 2° 27′ N. B. = 29°,3; Kotzebue a
und wiederum am 14. Februar 1818 unter 4° 21′ und
6° 7′ S. B. = 29°,12; v. Horner im Mai 1805 unter
B. = 29°,4. Die Zahl der Beobachtungen liefse sich
noch vermehren, inzwischen würde man doch zu keinem
dern Resultate gelangen, als welches bereits durch v. H
boldt aufgefunden worden ist, nämlich dass die versch
nen Angaben um nicht mehr als etwa 1° C. von einande
weichen, das Maximum also sehr nahe auf 29° C. gesetzt
den kann und demnach etwas höher ist, als das mittlere

1 Reisen. Th. I. S. 352.
2 Ann. Ch. Phys. T. V. Daraus in G. LXVI. 153.
3 Phil. Trans. 1778. p. 389.

Digitized by Google

lass, dass aber die Anomalieen, wonach das Maximum unter gleichen Breiten gefunden wurde, wahrscheinlich als eine Folge von Strömungen zu betrachten sind und also die Linie der grösten Wärme des Seewassers den Aequator unter einem nach dem Stande der Sonne veränderlichen Winkel schneidet.

35) Ungeachtet der grofsen Beständigkeit der Temperatur des Meeres, in Vergleichung mit der des Continentes, ist doch der Einfluss der Jahreszeiten, hauptsächlich unter höhern Breiten, so grofs, dass einzelne Messungen auffallende Sprünge und Abweichungen von einer nach den Polen hin statt findenden regelmäfsigen Abnahme der Wärme zeigen müssen. Die daraus entspringenden Unrichtigkeiten lassen sich um so vollständiger beseitigen, je gröfser die Zahl der vereinten Beobachtungen ist, und da es für niedere und mittlere Breiten eine hinlängliche Menge derselben giebt, so kennt man hierfür die mittlere Wärme der Meeresoberfläche mit ziemlicher Genauigkeit. Ungleich schwieriger dagegen ist die Aufgabe für die höhern Breiten, wo die Schifffahrt nicht so häufig und meistens nur auf den Sommer beschränkt ist[1], wo aufserdem aber die Strömungen einen so grofsen Einfluss haben und endlich die Anwesenheit von schmelzendem Polareise genaue Messungen fast unmöglich macht. Für die höhern Breitengrade ist daher auf hinlängliche Genauigkeit nicht mehr zu rechnen, auf der nördlichen Erdhälfte zwar mehr, als auf der südlichen, wie auch schon aus der höchst ungleichen Menge der für beide vorhandenen Messungen hervorgeht, und die Bestimmungen fallen überhaupt an der Grenze des Polareises und zwischen den Eismassen auf, wo die Temperatur meistens dem Gefrierpuncte des süfsen Wassers sehr nahe ist. In der nachfolgenden Tabelle sind die aus den verschiedenen mir bekannt gewordenen Reisebeschreibungen entnommenen Messungen zum arithmetischen Mittel vereint, und die in der dritten Columne enthaltene Ziffer bestimmt die Zahl der einzelnen Beobachtungen, die zu der gegebenen Bestimmung verbunden wurden; auch schien es mir der Kürze wegen genügend, von zwei zu zwei Graden fortzuschreiten, mit Weglassung derjenigen Breitengrade der südlichen Halbkugel, für welche ich keine Messungen aufgefunden habe.

1 Alle Bestimmungen von Scoresby in: An Account of the arctic Regions. T. I. p. 182. fallen zwischen März und Juli.

Nördliche Halbkugel.			Südliche Halbkugel.		
Grade d. Br.	Temp.	Zahld. Beob.	Grade d. Br.	Temp.	Zahld. Beob.
0° und 1°	27°,00	14	0° und 1°	27,34	10
2 — 3	26,91	12	2 — 3	26,25	5
4 — 5	27,41	13	4 — 5	26,34	10
6 — 7	27,26	4	6 — 7	26,52	8
8 — 9	27,68	41	8 — 9	26,25	6
10 — 11	27,49	26	10 — 11	26,07	6
12 — 13	26,86	27	12 — 13	25,12	7
14 — 15	25,74	19	14 — 15	24,18	6
16 — 17	24,88	18	16 — 17	25,41	5
18 — 19	24,48	32	18 — 19	24,75	7
20 — 21	24,14	27	20 — 21	24,13	8
22 — 23	23,51	17	22 — 23	24,12	9
24 — 25	22,52	13	24 — 25	23,17	7
26 — 27	22,42	24	26 — 27	23,66	4
28 — 29	21,84	17	28 — 29	22,88	7
30 — 31	21,49	23	30 — 31	22,24	9
32 — 33	20,23	15	32 — 33	21,63	10
34 — 35	19,67	19	34 — 35	17,33	8
36 — 37	18,27	12	36 — 37	17,14	7
38 — 39	16,64	13	38 — 39	15,78	3
40 — 41	15,00	13	40 — 41	21,20	1
42 — 43	14,84	12	42 — 43	15,30	2
44 — 45	12,35	13	44 — 45	15,60	2
46 — 47	11,25	8	46 — 47	— —	—
48 — 49	10,77	7	48 — 49	9,10	3
50 — 51	8,31	8	50 — 51	9,19	2
52 — 53	7,33	18	52 — 53	11,50	2
54 — 55	9,06	19	54 — 55	6,69	2
56 — 57	7,11	14	56 — 57	6,80	4
58 — 59	6,66	13	58 — 59	4,72	3
60 — 61	6,88	20	60 — 61	— —	—
62 — 63	6,13	10	62 — 63	— —	—
64 — 65	6,91	8	64 — 65	2,80	1
66 — 67	7,21	2			
68 — 69	4,66	4			
70 — 71	4,24	10			
72 — 73	1,67	6			
74 — 75	1,35	7			
76 — 77	-0,29	13			
78 — 79	-0,58	13			
80 — 81	-1,30	2			

Digitized by Google

Die hier mitgetheilte Zusammenstellung der mittleren Temperaturen der Meeresoberfläche kann nur eine allgemeine Uebersicht gewähren, ohne das Gesetz der Wärmeabnahme, wie es durch die Zunahme der geographischen Breite bedingt wird, genau auszudrücken. Am wenigsten läfst sich dieses für die höhern Breiten und namentlich auf der südlichen Halbkugel erwarten, wo die zu Entdeckungsreisen bestimmten Schiffe sich meistens nur in den wärmern Jahreszeiten aufzuhalten pflegen; auch gehören die meisten Bestimmungen unter höhern Breiten auf der nördlichen Halbkugel dem atlantischen Oceane an und fallen fast sämmtlich in die Sommermonate. Inzwischen lassen sich doch einige wahrscheinlich richtige Resultate daraus entnehmen. Zuerst fällt das Maximum der Temperatur nicht unter den Aequator, sondern zwischen 8 und 9 Grad nördlicher Breite, was mit den Beobachtungen, die sich auf die westliche Meeresströmung in dieser Gegend beziehn, sehr gut übereinstimmt und aus dem Einflusse der über ausgedehnte Sandwüsten wehenden Ostwinde leicht erklärlich wird. Wenn aber die geringe Zunahme der Temperatur vom Aequator an bis zu 1 Grad südlicher Breite als wirklich existirend anzunehmen ist, so liegt die Ursache hiervon vielleicht darin, dafs namentlich im atlantischen Ocean an der africanischen Küste die dem Weststrome von der südlichen Hemisphäre her zugeführten kälteren Wassermassen etwas über den Aequator hinaus getrieben werden. Ferner hat A. v. Humboldt[1] in seinen eigenen und aus fremden Beobachtungen gefolgert, dafs das Meer der südlichen Hemisphäre sey nicht kälter, als das der nördlichen, vielmehr scheine es unter niederen Breiten wärmer zu seyn. Allerdings führen viele Beobachtungen zu diesem Resultate, wenn man aber mehrere vereinigt, so kommt das naturgemäfsere heraus, welches die Tabelle angiebt, nämlich ein geringes Uebergewicht der Temperatur auf der nördlichen Halbkugel. Dieses reicht nach den mitgetheilten Angaben jedoch nur bis zum 16ten Grade S. B., von wo an bis zum 32sten Grade der Breite südlich vom Aequator ein Uebergewicht der Wärme zum Vorschein kommt, wahrscheinlich aber ist dieses nur eine Folge minder zahlreicher, meistens in die kalten Monate fallender Beobachtungen. Endlich schreitet

1 Reisen. D. Ueb. Th. I. S. 361.

Digitized by Google

die Abnahme der Temperatur auf der nördlichen Halbk
bis zum 54. Breitengrade so fort, wie man es aus theo
schen Gründen erwarten mufs, die plötzliche Wärmezuna
aber, welche dann eintritt, ist ohne Zweifel eine Folge
Einflusses, welchen das wärmere Wasser südlicher Strö
gen erzeugt, wie sich sehr augenfällig aus der Tempe
unter den correspondirenden Graden der südlichen Hemisp
ergiebt.

36) Auf die Temperatur eingeschlossener Meere h
die umgebenden Länder einen gröfseren Einflufs, als d
bei den grofsen Oceanen der Fall seyn kann, insbeson
wenn der Umfang jener nicht sehr grofs ist. Die Messu
Marsigli's[1] im mittelländischen Meere sind indefs zu
als dafs die von ihm gebrauchten Thermometer Vertrauen
dienten, und ebendieses läfst sich von den wenigen Ang
sagen, welche Hellant[2] über die Ostsee mitgetheilt
Dennoch unterliegt der aufgestellte Satz, dafs die Temper
hauptsächlich die Sommertemperatur, eingeschlossener M
höher sey, als die des Oceans unter gleichen Breiten, kei
Zweifel. Am entscheidendsten hierfür sind die Resultate,
che Gautier im mittelländischen Meere erhielt, wo er
3. Aug. 1819 und am 24. Juni 1820 die Oberfläche u
38° 46′ und 39° 12′ N. B. zwischen 29° und 29°,5 C. f
also 3° wärmer als die mittlere Temperatur des antillis
Meeres und nur 1° weniger, als die Temperatur des Oc
mit guten Thermometern jemals unter dem Aequator
v. Humboldt[3] gefunden wurde. Die mittlere Tempe
der Ostsee im Sommer wird zwischen 15° bis 17°,5 C. a
geben, während man dann bei Kopenhagen 22° bis 23°,7,
Kattegat dagegen unter Einwirkung des von der Nordsee
dringenden Wassers kaum 16°,2 beobachtet[4]. Die Urs
hiervon liegt darin, dafs das mehr abgeschlossene Wasser
cher Binnenmeere durch den Einflufs der äufsern höhern T
peratur schneller erwärmt wird, wie dieses augenfällig aus

1 Histoire physique de la Mer. Amst. 1725.

2 Schwed. Abhandl. Th. XV. S. 320.

3 Aus dessen Relat. hist. Chap. XXVIII. p. 498. in Poggen
Ann. XXXIII. 226.

4 Berghaus Annalen Th. IV. S. 142.

Digitized by Google

interessanten Beobachtungen hervorgeht, welche A. v. Humboldt[1] im Sommer 1834 hierüber anstellte. Dieser fand am 4. Aug. die Wärme der Oberfläche der Ostsee bei Swinemünde = 23°,2 C.; gegenüber Treptow = 20°,3; östlich der Landzunge von Hela = 22°,2 und am frischen Haf noch 21°,8. Das gleichzeitig beobachtete plötzliche Sinken des Thermometers auf 12° bis 11°,2 C. am Vorgebirge zwischen Lehe und Rixhofter im Meridiane der Insel Gotland wagt dieser scharfsinnige Naturforscher selbst nicht zu erklären und dieses verdient dieses unerwartete Phänomen zuvor noch durch weitere Untersuchungen genauer ausgemittelt zu werden.

3) Der interessanteste Theil der gesammten Untersuchungen über die Temperatur des Meeres bezieht sich auf den Einfluss, welchen die Tiefe darauf äufsert. In frühern Zeiten legte man dieser Frage eine noch gröfsere Wichtigkeit bei, als sie wirklich hat, insofern man dadurch zur Entscheidung einer andern zu gelangen wähnte, nämlich ob eine gröfsere Wärme in den Tiefen des Meeres die Hypothese von einem Centralfeuer bestätige, oder die stets zunehmende Kälte die entgegengesetzte Meinung unterstütze, wonach das Innere der Erde in ewiger Erstarrung durch Kälte liegen sollte, wie Péron[2] zuerst aus seinen Versuchen folgern zu müssen glaubte. Gegenwärtig hat man sich genügend überzeugt, dafs die genauere Kenntnifs der Temperatur des Meeres bis auf die gröfsten Tiefen hinab hierüber auf keine Weise zu entscheiden vermöge, indem der Boden dieser Wassersammlungen seit Jahrtausenden in einen bleibenden Zustand versetzt worden ist, worüber nur durch die Temperatur des Meeres selbst einigem Wechsel bis auf geringe Tiefen unterliegt.

Um die Temperatur des Seewassers von der Oberfläche zu messen, bedient man sich gewöhnlicher Thermometer, schöpft dann in einem grofsen Eimer das Wasser, senkt das Thermometer sogleich hinein und liest den Stand desselben ab. Da die Temperatur in der Regel von derjenigen, die auf dem Verdecke herrscht, nicht sehr abweicht und aufserdem eine so grofse Wassermasse ihre Wärme durch den blofsen Ein-

---

[1] Poggendorff's Ann. XXXIII. 224.
[2] Voyage T. II. p. 327.

flufs der umgebenden Luft nicht schnell ändert, so ge
dieses Verfahren genügende Genauigkeit. Soll aber die
peratur in gröfseren Tiefen ausgemittelt werden, so sin
dere Vorrichtungen erforderlich. Früher bedienten sic
Seefahrer meistens der oben (§. 17.) beschriebenen Instru
zum Heraufholen des Seewassers aus ungleichen Tiefen
im Wesentlichen stets nach der Angabe von Hales mit
Abänderungen und oft vermeintlichen Verbesserungen
Mallet, Marsigli, Micheli, Cavendish, Pictet, S
sure, Irvine, Morozzo, Forster u. a. construirt wa
In der Axe des Cylinders befand sich dann ein Thermom
dessen Kugel bis etwa in die Mitte des Cylinders he
reichte und mit dem in beliebiger Tiefe geschöpften W
während des Heraufziehens in Berührung blieb, um die T
peratur desselben anzunehmen, die dann nach dem mögl
schnell bewerkstelligten Heraufziehn abgelesen wurde.
Recht bemerkt v. Horner[2] hiergegen, dafs es sehr schw
sey, unter diesen Bedingungen genau schliefsende Ventile
erhalten, und unmöglich, einen so schweren Körper o
Unterbrechung und Stillstand aus einer Tiefe von meh
hundert Faden heraufzuziehn, nicht zu gedenken, dafs w
rend der hierzu mindestens erforderlichen 5 bis 10 Minu
selbst das eingeschlossene Wasser seine Temperatur etwas
dern müsse. Nicht minder unsicher ist eine andere Vorrichtu
deren sich verschiedene Seefahrer, namentlich unter andern a
Peron[3], bedient haben. Sie senkten ein in einen Behälter e
geschlossenes, mit schlechten Wärmeleitern, als Glas, Kohl
Holz, Fett, getherter Leinwand u. s. w. umgebenes Therm
meter bis zu der zu untersuchenden Tiefe herab, liefsen
dort so lange, bis sie glaubten, dafs es die daselbst he
schende Temperatur angenommen habe, und zogen es da
möglichst schnell herauf, in der Voraussetzung, dafs es wa
rend dieser Zeit seine Wärme nicht ändern solle. Diese M
thode ist auf jeden Fall sehr mühsam und kann schon kei
absolute Genauigkeit geben, denn je weniger die umgebend

1 G. XIX. 430.

2 G. LXIII. 266.

3 Annales du Muséum d'histoire naturelle T. V. p. 123 ff. Da
aus in J. d. Ph. T. LIX. p. 361. und G. XIX. 431.

Digitized by Google

die Wärme durchlassen, um so längere Zeit wird erfordert, das Thermometer die Temperatur der Umgebung annimmt, Erleichterung der Wärmeleitung hat aber zur Folge, dafs beim Heraufziehn das Thermometer seinen angenommenen Stand ändert. Ungleich zweckmäfsiger sind daher die selbstregistrirenden Thermometer oder sogenannten Thermometrographen, deren sich, wie es scheint, zuerst v. Horner bei der Expedition unter von Krusenstern bediente. Seitdem sind diese allgemein in Gebrauch gekommen [1], und zwar vorzugsweise oder ausschliefslich die nach seinem Erfinder genannte *Six-Thermometer*, welche zwar keineswegs die Temperatur aller bis zu einer gewissen Tiefe durchlaufenen Schichten, sondern nur ein Maximum und ein Minimum angiebt, bei zweckmäfsigem Gebrauche aber sehr geeignet ist, um die Frage über das Verhalten der Temperatur zur Tiefe zu entscheiden, da in der Regel keine wechselnden Schichten getroffen werden, sondern eine regelmäfsige Abnahme der Wärme statt findet und das Vorhandenseyn einer einzelnen wärmeren oder kälteren Schicht sich ohne bedeutende Schwierigkeiten eben durch dieses Thermometer ermitteln läfst. Inzwischen macht Lenz [2] dem Six-Thermometer den allerdings nicht wohl zu verkennenden Vorwurf, dafs die elastischen Haare, wodurch die Stahlstiftchen in der Röhre festliegen sollen, leicht ihre Elasticität, mindestens zum Theil, verlieren und die Stifte dann durch die Erschütterung beim Heraufziehn oder Herablassen des Instrumentes von ihrer Stelle gerückt werden. Hiergegen läfst sich zwar einwenden, dafs die Elasticität der Haare, die stets im Weingeist liegen, leicht stark genug bleibt, um so kleine Stahlstäbchen, die noch obendrein durch die Adhäsion des Weingeistes unbeweglicher sind, an ihrem Orte zurückzuhalten, da die Erschütterung, namentlich in horizontaler Richtung, als solche zunächst ein Verrücken der Stäbchen zur Folge haben würde, wegen des anhängenden schweren Bleigewichts nicht zu bedeutend seyn kann. Dennoch aber kehrte Lenz wieder zum Gebrauche des nach Hales construirten, durch Parrot wesentlich verbesserten Apparates zurück und auch die englischen Seefahrer der neuesten Zeit bedienten sich neben dem

1 Ueber ihre Einrichtung s. *Thermometer, selbstregistrirende.*
2 Mém. de Petersbourg. VI. Sér. T. I. p. 237.

Digitized by Google

Registerthermometer ähnlicher Instrumente, so dafs al
Six-Thermometer in der Ausübung dasjenige nicht zu
scheint, was es theoretisch verspricht.

Im Allgemeinen nimmt die Temperatur des Meer
der Tiefe ab, so dafs sie an verschiedenen Stellen sogar
0° C. herabsinkt, ohne dafs man jedoch irgendwo den Mee
den gefroren gefunden hat. V. Horner hält dieses fü
Folge des Salzgehaltes, und auf jeden Fall läfst sich
Ausscheidung von Wärme durch den starken Druc
Wassers in so bedeutenden Tiefen annehmen, indem d
sammendrückbarkeit des Wassers so unbedeutend ist un
Versuchen nach keine mefsbare Wärme auch durch die
ste Compression ausgeschieden wird. Der hauptsächl
Grund, weswegen auf dem Meeresboden keine Eisbildun
finden kann, liegt wohl ohne Zweifel darin, dafs die
tung des Seewassers nicht von der Erde ausgeht, sonde
der Luft, das Meer also von oben herab gefrieren m
was in den bekannten Meeren unmöglich ist; zudem
sich das am Boden gebildete Eis, wenn es zu grofsen
sen anwüchse, durch sein geringeres specifisches Gewic
reifsen und emporkommen, abgerechnet dafs zum Ge
unter so bedeutendem Drucke wegen der Ausdehnung d
ses eine Kälte erforderlich seyn würde, die sich in der
nicht wohl finden kann. Ob übrigens unter ganz hohen
ten nahe an den Polen selbst das Meer bis auf den
gefroren ist, liegt aufser der Erfahrung, wird aber da
unwahrscheinlich, dafs man dem einen eigentlichen Kält
sehr nahe gewesen ist, wo jedoch ein solches gänzliches
starrtseyn des Meeres nicht statt fand. Vielleicht theil
Erde dem sie berührenden kalten Wasser Wärme mit[1],
wifs aber ist, dafs namentlich unter höhern Breiten da
kaltete Wasser von der Oberfläche durch sein gröfseres s
fisches Gewicht, welches durch die Aufnahme des beim
frieren eines Theiles ausgeschiedenen Salzes noch ver
wird, in die Tiefe herabsinkt.

38) Versuche über die mit der Tiefe zunehmende T
peraturverminderung sind an vielen Orten unter ungleichen
tengnden und ziemlich zu allen Jahreszeiten angestellt wo

1 Journ. de Phys. T. LXII. p. 443.

Digitized by Google

…heren von Phipps, Irving, Bayly und Forster ver… weniger Vertrauen, weil diese Seefahrer sich sämmt… blofs des von Hales für diesen Zweck angegebenen Ap… bedienten. Mit diesem, dem sogenannten *Bucket-Gage*, mafs Capt. Henry Ellis[1] unter 15° 13′ N. B. … 25° 12′ W. L. von Greenw. die Temperatur in Tiefen von … bis 5346 Fufs und fand die Wärme anfangs mit der … regelmäfsig abnehmend, dann aber stationär, und v. Hor… ist nicht abgeneigt, gleichfalls eine bestimmte Grenze im … anzunehmen, von wo aus seine Wärme sich nicht wei… verändert; allein ein solches allgemeines Gesetz läfst sich … füglich aufstellen, und es bleibt nur gewifs, dafs die … der Veränderung mit der Tiefe abnimmt und an ei… Stellen allerdings stationär wird. In 3900 Fufs Tiefe … Ellis die Temperatur 11°,67 C. und diese blieb con… bis zu der gröfsten erreichten Tiefe von 5346 Fufs, wo… 23 Minuten erfordert wurden, bis das Instrument die … fläche erreichte. Während einer gleichen Zeit, wenn es … dem Verdecke in diesem Gefäfse stand, wurde es nur … C. wärmer, so dafs hiernach die Temperatur der Tiefe … ziemlicher Genauigkeit gefunden werden konnte. Gleich… war die Wärme der Luft und der Oberfläche des Was… = 28°,89 C. Nachdem das Wasser aus der Tiefe die … des an der Oberfläche geschöpften angenommen … wurden gleiche Quantitäten nach einander in der näm… Flasche gewogen, und es zeigte sich das erstere schwe… wonach also der Salzgehalt des Meerwassers mit der Tiefe … müfste, was jedoch durch neuere Messungen von … widerlegt worden ist. Peron hat mit grofser Sorgfalt ge… v. Horner's Messungen gehören zu den genauesten, … überhaupt sind diese und alle späteren so viel zuverläs… weil die Thermometrographen eine weil geringere Feh… zulassen. Bei weitem die wichtigsten Versuche sind … diejenigen, welche Lenz[2] auf der Entdeckungsreise des … von Kotzebue mit dem oben beschriebenen Batho… anstellte; nur ist ihre Zahl leider nicht so grofs, als

1 Philos. Trans. 1751. T. XLVII. p. 213.

2 Mém. de l'Acad. Imp. de Petersbourg. VI. Sér. T. I. p. 251. Poggendorff Ann. XCVI. 78.

Digitized by Google

man bei ihrer Vortrefflichkeit wünschen mufs. Es wur
bei zuerst das Thermometer genau geprüft, und für das
absolut cylindrische Caliber der Röhre corrigirt die Re
des Seiles voraus erforscht, ferner blieb der Winkel, w
das Seil mit der verticalen Richtung bildete, nicht unbe
sichtigt, und endlich wurde auch eine Correction für die
rend des Heraufziehns von aufsen eindringende Wärme
einer Formel angebracht, deren durch Versuche ausgem
Elemente die Zeitdauer und der Unterschied der Temp
ren sind. Capitain Ross bediente sich auf seiner E
ckungsreise in die Baffinsbay aufser dem Registerthermo
noch eines eigenthümlichen Verfahrens zur Auffindung
Temperatur des Meeresbodens, und seine Versuche haben
gleich die Ueberzeugung herbeigeführt, dafs selbst in
stets mit Eis erfüllten Bay der Grund des Meeres nicht
froren ist. Unter den ihm mitgegebenen Instrumenten b
sich auch eine Zange, welche, in das Meer herabgela
beim Aufstofsen auf den Grund durch ein herabfallendes
wicht sich schliefsen, zugleich einen Theil des Bodens fa
und beim Heraufziehn festhalten sollte, um die Beschaffe
desselben zu untersuchen. Der Apparat entsprach diesem Z
cke nicht, jedoch liefs Ross ihn durch seinen Schiffssch
so abändern, dafs er vollkommen brauchbar wurde, un
dieser Gestalt ist er nebst andern von ihm in einer eigenen
handlung[1] beschrieben worden. Beim Gebrauche desse
ergab sich, dafs der heraufgezogene Schlamm nach eini
absichtlich angestellten Vergleichungen mit dem Registerth
mometer seine Temperatur während des Heraufziehns ni
merklich änderte, nur mufste man sich dabei starker Seile
2,5 Zoll Umfang bedienen, wie sie beim Wallfischfange
braucht werden, und das Heraufziehn mufste rasch gesche
In diesen heraufgezogenen Schlamm oder Sand des Meer
bodens wurde dann sofort ein Thermometer getaucht und
diese Weise die Temperatur desselben ermittelt. Die Res
tate auch dieser Messungen sind in der folgenden Uebersi
mit aufgenommen, und obgleich rücksichtlich der in der H
gel mit der Tiefe abnehmenden Temperatur nicht auf gleic

1 A Description of the Deep Sea Clamms, Hydrophorus a
marine artificial Horizon, invented by Capt. J. Ross. Lond. 1819.

Digitized by Google

…, als für die der Oberfläche, die Grade der Breite als …bedingung zu betrachten sind, aufserdem aber örtliche …ungen in der Tiefe oft sehr bedeutend einwirken, so … es mir doch am zweckmäfsigsten, bei der Zusammen…ung der durch die verschiedenen Beobachter erhaltenen …hte die Polhöhen als die Reihenfolge bedingend anzu…. Es giebt übrigens auch der Beobachtungen über die … Tiefe abnehmende Temperatur eine solche Menge, … nicht nöthig schien, sie alle aufzunehmen, jedoch … die nachfolgende Zusammenstellung eine genügende … derselben, so dafs es nicht schwer fällt, die in dieser …ung statt findenden Gesetze aus ihnen abzuleiten. Bei …en nahe zusammenfallenden Resultaten schien mir das …tische Mittel am geeignetsten. Endlich sind die Be…ungen der in den einzelnen Columnen enthaltenen Anga… an sich klar, und es wird daher genügen zu bemerken, … die Längen sich auf den Meridian von Greenwich be…, die Temperaturgrade der Centesimalscale angehören, … Tiefe aber in Faden zu 6 englischen Fufs angegeben wor… ist.

Digitized by Google

Nördliche Halbkugel.

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Oberfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobac
0°	20°W.	Mai	28°,5	56	15°,0	Kotzi
0,5	21 —	—	28,5	69	14,4	– –
1	177 —	—	28,0	300	12,8	– –
2	21 —	—	28,1	78	14,0	– –
2,5	21 —	—	29,0	80	14,6	– –
3	21 —	—	28,8	80	14,8	– –
3,5	22 —	—	28,3	77	15,0	– –
4	23 —	—	28	80	15,1	– –
4,5	24 —	—	28	78	14,3	– –
5	26 —	—	28,1	79	13,5	– –
6	27,5 —	—	27,1	69	13,3	– –
7	28,5 —	—	26,8	61	14,4	– –
7,3	21,9 —	Oct.	25,8	574	2,2	Lenz[2]
8	156 O.	Nov.	30,5	100	13,4	Kotzeb
9	29 W.	Mai	26,2	72	14,5	– –
9,3	155 O.	Nov.	29,0	25	25	– –
				100	19,5	– –
10	154 —	—	28,9	73	14,0	– –
11	151 —	—	28,8	82	13,5	– –
11,5	31 W.	Mai	26,0	65	15,2	– –
12	149 O.	Nov.	28,4	78	19,4	– –
13	32 W.	Mai	24,6	65	14,5	– –
13,5	120 O.	Dec.	27,8	93	16,3	– –
16	33 W.	Mai	24,6	64	18,5	– –
16,5	141 O.	Dec.	28,1	90	20,4	– –
17	140 —	Dec.	27.3	76	21,2	– –
18	34 W.	Mai	26,0	72	20,2	– –
18,5	138 O.	Dec.	27,5	61	22,0	– –
19	114 —	Feb.	22,3	70	14,4	Horner
19,5	133 —	Dec.	26,1	73	19,5	Kotzeb
20	35 W.	Mai	24,5	78	20,1	– –
20,5	83 —	Nov.	26,2	1000	8,5	Sabine[4]
				150,0	16,36	Lenz
				440,1	3,18	– –
21,3	196 —	Mai	26,4	708,8	2,92	– –
				975,1	2,44	– –
22	36 —	—	24,2	61	20,4	Kotzeb
23	37 —	—	25,0	78	20,8	– –

1 Entdeckungsreise nach der Südsee. Weim. 1821. Th. III.
2 Mém. de l'Acad. de Petersbourg. VI. Sér. T. I. p. 280.
3 G. LXIII. 266.
4 Ann. Chim. Phys. T. XXV. p. 55.

Digitized by Google

reite	Länge	Monat	Temp. d. Oberfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobachter
23°	132° O.	Nov.	23°,4	50	22°,2	Horner
				130	18,4	– –
				25	24,7	– –
23	178 —	Juni	25,6	50	21,6	– –
				125	16,6	– –
25,1	157 W.	Febr.	21,5	178	14,0	Lenz
25,2	37 —	Mai	24,4	72	20,5	Kotzebue
26	37 —	Juni	23,4	70	18,7	Horner
				200	17,2	– –
				30	21,6	– –
27	147 —	Nov.	25,6	90	18,2	– –
				100	18,0	– –
				120	18,0	– –
27,5	37 W.	Mai	23,5	75	18,5	Kotzebue
				10	23,5	– –
28	152 W.	Sept.	25,0	25	23,0	– –
				50	19,5	– –
				100	16,1	– –
				200	10,6	– –
29	161 O.	Juni	24,3	100	16,7	– –
				300	11,1	– –
30	37 W.	Mai	22,8	61	19,0	– –
				15	21,2	Horner
				30	20,3	– –
30	40 —	Juni	22,5	63	18,7	– –
				140	16,6	– –
				170	16,6	– –
				200	16,6	– –
31	134 O	Sept.	27,8	80	21,7	– –
				95,7	13,35	Lenz
32,1	136,8W.	Aug.	21,5	228,0	6,51	– –
				479,8	3,75	– –
				631,5	2,21	– –
33,3	42,5 —	Mai	20,8	1081,5	2,24	– –
33,5	36,5W.	Mai	22,2	65	15,5	Kotzebue
33	170 O.	Juli	21,2	55	15,8	Horner
				200	12,0	– –
34,5	36 W.	Mai	20,7	75	16,7	Kotzebue
35,5	35 —	Mai	23,5	74	16,8	– –
				4	22,2	– –
				8	21,6	– –
				15	20,0	– –
36	147 —	Sept.	22,3	25	14,0	– –
				50	12,2	– –
				100	10,6	– –
				408	6,0	– –

Digitized by Google

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Oberfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobach
				25	13°,8	Kotzeb
36°	148° W.	Sept.	22°,1	100	11,5	— —
				300	6,7	— —
37	34 —	Mai	20,4	63	16,7	— —
				10	15,2	— —
				25	13,6	— —
37	161 O.	Jun.	16,1	100	11,5	— —
				300	6,1	— —
38	33 W.	Jun.	20,4	74	16,4	— —
39	31 —	—	19,6	72	15,6	— —
				218,5	5,2	Lenz
41,2	141,9 —	Mai	19,2	545,8	2,1	— —
41,5	27 —	Jun.	17,8	73	14,7	Kotzeb
				210,7	10,4	Lenz
45,9	15,3 —	Mai	14,6	422,5	9,9	— —
46	21 —	—	15,8	60	12,5	— —
46	144 O.	—	1,5	60	0,0	Horner
47	158 —	Sept.	15,5	80	0,6	— —
47,5	20 W.	Juni	15,6	72	12,3	Kotzeb
48	19 —	—	16,7	77	12,3	— —
48,5	13 —	—	16,7	80	11,3	— —
52	160 O.	Juli	6,2	100	— 0,5	Horner
53	144 —	Aug.	12,1	80	— 1,2	— —
				14	7,0	— —
				16	2,5	— —
				18	— 0,2	— —
				21	— 1,5	— —
53	152 —	Aug.	8,0	30	— 1,7	— —
				60	— 1,7	— —
				110	— 1,7	— —
				115	— 1,7	— —
60	44 W.	Mai	3,9	80	2,8	Sabine[1]
—	58 —	Oct.	4,4	900	2,2	— —
61	7 —	—	9,6	470	8,3	— —
—	—	—	5,0	950	2,0	Ross[2]
62	2 —	—	8,3	473	9,4	Parry[3]
64	56 —	Jul.	0,5	80	0,6	— —
66	59 —	Sept.	1,1	310	1,7	Sabine
—	5 O.	—	6,1	260	5,2	Franklin

1 G. LXIII. 259.
2 Dessen Reise. Appendix.
4 G. Ann. a. a. O.
4 Ebend.

Digitized by Google

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Obrfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobachter
67°	61° W.	Sept.	0°,5	400	0°,5	Sabine
				680	—3,5	– –
—		Juni	0,0	750	—2,7	Peron [1]
				80	—1,0	Ross
—	68 —	—	0,5	200	—1,6	– –
				400	—1,9	– –
				670	—3,9	– –
69		Aug.	3,6	650	0,0	Peron
				500	1,6	Ross
				600	1,0	– –
72	79 —	Sept.	0,0	700	0,5	– –
				800	0,0	– –
				1000	—0,1	– –
				1005	—2,0	– –
—	71 —	—	1,7	1000	—2,0	Sabine
—	73 —	—	2,2	246	—1,1	– –
—	19 —	Aug.	1,1	113	—1,6	Scoresby [2]
73	74 —	—	1,7	190	—1,0	– –
—	79 —	—	0,0	1050	—1,9	Ross
73,5		—	1,4	80	0,0	– –
				200	—1,4	– –
74	77 —	—	1,6	125	—0,7	Parry
				640	—1,4	Ross
—	79 —	Aug.	2,5	235	—1,4	Sabine
75	59 —	Juli	0,0	197	—1,2	Parry
—	77 —	Aug.	2,2	170	—0,6	Sabine
—	4 O.	Sept.	0,0	756	2,2	Franklin
75,5		Juli	1,1	314	0,0	Ross
76	78 W.	Aug.	—0,5	100	—1,0	Parry
				240	—1,2	– –
—	76 —	—	—0,5	80	—0,8	Ross
				420	—1,4	– –
—	63 —	—	1,1	415	—1,7	Sabine
—	66 —	—	0,0	200	—1,0	– –
				421	—1,5	– –
				50	—0,9	Scoresby [3]
—	9 O.	April	—0,75	123	1,0	– –
				230	0,7	– –
				20	—2,2	– –
—	11 —	—	—2,1	50	—2,1	– –
				123	—1,1	– –

1 Dessen Reise u. Journ. de Phys. T. LIX. p. 361. T. LXXII. 443. Ann. du Mus. d'Hist. Nat. T. V. p. 128.

2 Tagebuch einer Reise auf d. Wallfischfang. S. 256.

3 Account of the Arct. Reg. T. I. p. 187.

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Oberfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobachter
				20	−0,°6	Scoresby
76°,5	10°O.	April	−1°,1	40	1,7	- -
				60	1,1	- -
				100	1,5	- -
77	78W.	Aug.	−0,2	100	−0,8	Sabine
				240	−1,4	- -
				20	−1,5	Scoresby
—	8 O.	Mai	−1,5	40	−1,5	- -
				60	−1,1	- -
				100	−1,1	- -
—	12—	—	0,5	700	6,1	Franklin
77,5	2,5—	—	−1,67	50	−1,5	Scoresby
				110	−0,6	- -
78	0 W.	Juni	0,0	761	3,3	- -
79	5,5 O.	Mai	−1,67	730	2,8	- -
				13	−0,6	- -
				37	0,9	- -
—	— —	—	−1,67	57	1,5	- -
				100	2,2	- -
				400	2,2	- -
80	5 —	Juni	−1,2	120	2,3	- -
—	9 —	—	1,1	34	1,1	Franklin
—	10 —	Juli	0,2	185	2,5	- -
—	11 —	—	0,2	237	1,9	- -
—	— —	Aug.	−0,9	34	0,6	- -
			0,0	60	7,8	Fischer[1]
—	— —	Juli	0,0	100	7,9	- -
			0,0	140	8,0	- -
			−0,5	304	4,0	- -
			0,0	95	1,8	Beechey[2]
—	— —	—	−0,7	140	2,5	- -
			0,2	200	1,9	- -
			0,0	331	1,8	- -
			−0,6	110	1,9	Franklin
			0,5	120	2,2	- -
			−0,3	130	2,4	- -
—	— —	—	0,0	145	2,1	- -
			0,3	217	2,8	- -
			1,1	285	1,9	- -
			0,2	305	2,2	- -
81	10 —	Juni	1,1	72	1,1	- -
81,5	24 —	Juli	0,2	400	−1,1	Parry[3]

1 G. LXIII. 263.
2 Ebend. 261.
3 Narrative of an Attempt to reach the North-Pole. Lond. 1[illegible] p. 73.

Südliche Halbkugel.

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Oberfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobachter
0°	146° W.	Mai	29°,2	200	14°,2	Horner
0,5	20 —	—	28,3	80	13,9	Kotzebue
1		Febr.	30,6	210	9,4	Peron
1,5	146 —	Mai	28,0	100	15,0	Horner
1		Febr.	31,0	366	7,5	Peron
2	20 —	Mai	28,3	80	13,9	Kotzebue
3	7,5		23,0	1300	5,5	Wauchope[1]
4	18,5 —	Mai	28,0	72	13,3	Kotzebue
5	17 —	—	27,3	63	14,0	– –
6,5	15,5 —	—	27,3	56	15,0	– –
8	14 —	April	26,8	61	17,8	– –
9,5	12,5 —	—	26,4	70	15,6	– –
11	11 —	—	25,8	72	18,5	– –
12,5	10 —	—	25,1	61	15,4	– –
14	8 —	—	24,2	56	16,7	– –
				10	26,1	– –
				20	26,1	– –
15	133 —	—	26,7	50	26,0	– –
				100	22,2	– –
				200	13,3	– –
—	31	Dec.	25,6	60	23,7	Horner
16	5 —	April	23,5	46	17,0	Kotzebue
18	3 —	—	23,0	54	14,5	– –
				125	20,0	– –
18	125 —	—	25,7	175	14,0	– –
				200	12,2	– –
19	1 —	—	22,8	65	17,0	– –
20,5	1 O.	—	23,1	61	16,0	– –
30	15 W.	Oct.	23,5	196	13,5	– –
30,5	15 O.	April	19,8	200	9,7	– –
32	30 —	März	22,0	145	16,9	– –
34	28 —	—	21,7	54	17,8	– –
35	23 —	—	20,0	86	10,8	– –
39	13 W.	Oct.	20,6	138	12,8	– –
39,5	— —	—	20,2	100	13,2	– –
44,5	57 —	Jan.	12,7	196	3,7	– –
50	68 —	Febr.	11,9	55	7,8	Horner
55		Dec.	—1,1	100	1,1	Forster[2]

[1] Am. of Philos. 1819. Apr. p. 514. Dublin philos. Journ. N. II. 102.

[2] G. LXVI. 144.

Digitized by Google

Breite	Länge	Monat	Temp. d. Obrfl.	Tiefe	Temp. d. Tiefe	Beobac
56°	90	März	7°,7	50	6°,9	Forst
				200	5,8	– –
57	80	—	6,5	100	4,0	– –
59	71	—	4,5	60	3,8	– –
				100	2,2	– –

39) So ungleich und zuweilen sogar einander wi chend die hier mittgetheilten Resultate zahlreicher Me auch sind, so gehen doch aus ihnen einige Folgerung vor, deren wesentlichste ich kurz zusammenstelle.

a) Vor allen Dingen ist unverkennbar, dafs die ratur des Meeres überall mit der Tiefe abnimmt. A nahmen hiervon kommen in der Tabelle blofs diejenig die im nördlichen Polarmeere unter hohen Breiten g werden; allein es giebt auch noch andere, z. B. die v. Horner[1] erwähnten, dafs nämlich im Golphstrome Küste von America das aus 80 bis 100 Faden heraufg Bleiloth über die Siedehitze des Wassers warm zu seyn und ähnliche Stellen mögen sich noch sonstige finde das Wasser durch unterirdische Vulcane partiell erhitzt

b) Ein eigentliches Gesetz über die mit der Tiefe mende Wärme, wollte man dieses für das Wasser eben für die Erdrinde und die Atmosphäre aufsuchen, läfst s den mitgetheilten Beobachtungen nicht ableiten und i leicht gar nicht vorhanden, weil das Wasser ungleich lan erwärmt wird, als die Luft, die einmal erhaltene höhere peratur minder leicht wieder verliert und auf gleiche allgemeinen und partiellen, wenn gleich nicht so schn wegten, Strömungen unterworfen ist. Als merkwürdig nahme verdient bemerkt zu werden, dafs Finlayson[2] des 2000 Fufs hohen Pics von Narrondam unter 13° 2 und 94° 12′ östl. L. von Gr. das Wasser in 280 Fufs nur 1°,4 C. kälter fand, als an der Oberfläche. Auch ders[3] fand unweit des Vorgebirges der guten Hoffnun

1 G. LXIII. 276.
2 Voyage to Siam and Hui. cet. p. 33.
3 Reise nach dem Austral-Lande. D. Ueb. Weim. 1816. S.

36° 36′ S. B. die Temperatur der Oberfläche = 17°,7 und 30 Faden Tiefe = 17°,2. Aehnliche minder auffallende Abnahmen kommen häufiger vor, wie unter andern auch durch unter 45° 53′ N. B. und 15° 17′ W. L. im atlantischen Ocean ungewöhnlich geringe Wärmeabnahme gefunden wurde, entweder wegen der Nähe des Landes oder wohl noch wahrscheinlicher wegen Einflusses des Golphstromes. Im Allgemeinen ist aber die Wärmeabnahme so viel stärker, je höher die Temperatur der Oberfläche ist, zeigt sich weit auffallender in den höheren als in den tieferen Schichten und fehlt in einigen Fällen ganz auf, ohne dafs wir jedoch berechtigt sind, einen constanten Wärmegrad überall in gewisser Tiefe anzunehmen, wie v. Horner aus seinen Messungen unter 30° N. B. zu folgern geneigt war.

c) Unter den tieferen Schichten von geringerer Temperatur werden zwar ausnahmsweise wieder wärmere gefunden, aber blofs in Folge partiell wirkender Ursachen und keineswegs so, dafs es als Regel oder nur als häufige Ausnahme zu betrachten wäre. Blofs an solchen Stellen, wo das Wasser durch unterirdische Vulcane bedeutend erhitzt wird, wie so eben angegeben ist, findet sich diese Ausnahme von der allgemeinen Regel, und aufserdem im nördlichen Polarmeere zwischen Grönland und Spitzbergen vom 76sten Grade nördl. Breite an, worüber sogleich weitere Bemerkungen folgen werden. Es liegt übrigens in der Natur der Sache, dafs Fälle dieser Art nur selten vorkommen können, da das wärmere und demnach leichtere Wasser aufsteigen mufs, mithin blofs dann in gröfseren Tiefen gefunden werden kann, wenn es unmittelbar erwärmt oder durch starke Strömung am Aufsteigen gehindert wird.

d) Bis zu welchem Grade erkältetes Wasser in der Tiefe gefunden werde, läfst sich nicht wohl bestimmen, da an vielen Stellen der nördlichen und südlichen Polarmeere noch keine Messungen vorgenommen worden sind; inzwischen ist nicht unwahrscheinlich, dafs die Temperatur irgendwo bis unter den Gefrierpunct des Seewassers, also etwa — 5° C., herabgehn oder auch der Boden mit Eis bedeckt und selbst gefroren seyn sollte, weil man an sehr kalten Orten mitten zwischen dem Eise in der Baffinsbay keine so niedrige Temperatur und auf jeden Fall kein Eis gefunden hat; aufserdem aber ist das Gefrieren des

Digitized by Google

Seewassers von einer Ausscheidung des Salzes begleitet, der Nähe des sich bildenden Eises vorhandene salzr Wasser würde sich dann senken, das Eis dagegen ein ben haben, wegen seines geringern spec. Gewichtes auf gen; beide vereinte Ursachen aber müfsten das Ansetz Eises auf dem Boden hindern. Da man jedoch vers Boien und selbst Ketten vom Grunde des Meeres (nic rade des tiefsten, unfern der Mündung der Elbe) dur gesetztes Eis emporkommen gesehn hat und einige hoch liche Küsten, namentlich in der Eschscholz-Bay, aus E Eise von ungemessener Tiefe bestehn, so kann man nic wifs wissen, wie weit namentlich die letzteren sich Meer hinein erstrecken und ob nicht irgendwo der M boden aus Eis besteht, welches durch das kalte berü Wasser nie geschmolzen wird.

e) Ein bestimmter und durch genaue Zahlenverhä nachweisbarer Unterschied zwischen der nördlichen un lichen Halbkugel findet nicht statt, jedoch reichen die v denen Messungen nicht hin, um hierüber zu entscheiden diesen Zweck müfsten in den correspondirenden Mon gleichen Tiefen und in gehöriger Anzahl angestellte M gen vorhanden seyn, um aus ihnen ein mittleres Resu entnehmen. Uebrigens ist es auffallend, dafs die gröfste me der Oberfläche sowohl, als auch der tiefer liegenden serschichten nicht unter den Aequator, sondern in beide hälften, insbesondere aber in der nördlichen, zwische und 20° der Breite fällt. Für höhere Breiten fehlt es südlichen Halbkugel noch zu sehr an Messungen, un Vergleichung mit der nördlichen anzustellen.

f) Die auffallendste Anomalie zeigt sich im nörd atlantischen Oceane zwischen ungefähr 15° östl. und 15° Länge von Greenwich, insbesondere wenn man die d der Tiefe gemessenen Temperaturen mit denen vergleich in der Baffinsbay gefunden werden. An beiden Orte der Messungen in den verschiedensten Tiefen sehr viel gestellt und zur bessern Begründung des Urtheils in genüg Zahl in der mitgetheilten Uebersicht aufgenommen worden. in der Baffinsbay namentlich durch Ross, Parry und S in gröfseren Tiefen gefundenen Temperaturen stimmen

Digitized by Google

den Resultaten der in allen übrigen Meeren angestellten
ungen überein, wonach die Temperatur mit der Tiefe
mmt, wenn auch um eine unbedeutende Gröfse in denje-
n Meeren, deren Oberfläche nicht viel über den Gefrier-
t des Wassers erwärmt ist, im grönländischen Meere da-
gen zeigt sich zwischen den angegebenen Längen und un-
gefähr vom 75sten Breitengrade an die sonderbare Anomalie,
fs das Wasser in der Tiefe nicht blofs an Temperatur nicht
nimmt, sondern an vielen Stellen sogar eine Zunahme der
Wärme erhält. Von keinem Orte giebt es so zahlreiche Mes-
ungen, als aus jenen Breiten, wo sie durch die verschie-
enen Seefahrer, namentlich Beechey, Fischer, Sabine,
Franklin und insbesondere den bekanntlich so höchst sorg-
fältig experimentirenden Scoresby, in gröfster Menge und mit
so genau übereinstimmenden Resultaten angestellt worden sind,
dafs sich an der Richtigkeit der auf das genaueste übereinstim-
menden Resultate durchaus nicht zweifeln läfst. Höchst merk-
würdig ist dann hiernach das Ergebnifs, dafs die Temperatur
der allgemein herrschenden Regel zuwider nicht nur mit der
Tiefe nicht abnimmt, sondern vielmehr wächst. Scoresby
konnte, als er seine Versuche anstellte, die ihren Ergebnissen
widersprechenden Resultate, welche aus den Messungen an-
derer Beobachter unter gleichen Parallelen, aber unter verschie-
denen Meridianen hervorgehn, und fand die Sache um so
befremdender, als er selbst unter 72° N. B. und 19° westl.
L. in 113 Faden Tiefe, 5 Faden über dem Grunde, die Tem-
peratur nicht blofs niedriger, als an der Oberfläche, sondern
selbst unter der des gefrierenden Wassers fand, so dafs also
die partielle Wärme sich nicht bis zu dieser Breite und Länge
hin erstreckt. Nach seiner Ansicht[1] strömt der Golphstrom
auf der Oberfläche den norwegischen Küsten entlang bis zum
Nord-Cap, wird alsdann durch einen westlichen Strom um-
gewandt in die Richtung nach Nordwest und hindert so das
Polareis in die Nordsee zu treiben. Aus der in der Nähe von
Spitzbergen in 100 bis 200 Faden Tiefe herrschenden Wärme
von 6 bis 7 Grad über die der Oberfläche folgert er dann,
dafs dieser Strom sich dort in die Tiefe senken und zum Un-
terstrome werden müsse. Um diesen Widerspruch mit be-

1 An Account of the Arctic Regions. T. I. p. 209.

Digitized by Google

kannten hydrostatischen Gesetzen auszugleichen, nimmt
RESBY an, dafs das Seewasser einige Grade über 0°
dichtesten sey, und obgleich RUMFORD[1] gefunden zu
behaupte, dafs beim Seewasser ein solcher Punct der g
Dichtigkeit nicht vorhanden sey, so beweise doch eb
ser Strom das Gegentheil, welcher nothwendig Wass
südlichen warmen Regionen in der Tiefe den Gegend
Spitzbergen zuführen müsse. Allein es ist aus spätern
chen genügend erwiesen, dafs ein solcher bei süfsem
statt findender Punct der gröfsten Dichtigkeit bei See
nicht angetroffen werde, und an diesem unwiderlegliche
gumente scheitert also die gegebene Erklärung, die aufs
noch andere gewichtige Argumente gegen sich hat. Da
lich unter 76° nördl. B. und etwa 10° östl. Länge das
in der Tiefe weniger warm ist, als unter 80° N. B. un
gefähr unter gleicher Länge, so ist an einen bis dahi
chenden, von Süden herkommenden warmen Strom nicht
zu denken, um so weniger, als es unwahrscheinlich
würde, dafs ein solcher bis zu jener Strecke hin sein w
Wasser blofs in der Tiefe erhalten sollte, und man mu
her zu der Hypothese seine Zuflucht nehmen, dafs in
Gegend unter dem Meere befindliche vulcanische Feue
Erwärmung des Wassers bewirken. Ob diese mit den
dischen zusammenhängen, ob irgendwo ein einzelner ver
ter Krater vorhanden ist, welcher auf einen kleinen Rau
schränkt dem Wasser die ungewöhnliche Wärme ertheilt,
ob im weitern Umfange der Boden durch unterirdische
brennungsprocesse erwärmt wird, ob endlich auch dieses
fallende Phänomen mit der oben (§. 8.) erwähnten He
Scandinaviens zusammenhängt und diese örtliche Erwär
vorzugsweise die in jener Gegend statt findende bedeut
Krümmung der isothermischen Linien bewirkt, so dafs
gar nach dem Erlöschen der dort so lange schon thätigen
terirdischen Feuer die Westküste Europa's auf eine g
tiefe Temperatur herabsinken könnte, als die gegenüber
gende America's, wodurch dann der Fall einer bedeu
den Veränderung des Klima's gegeben würde, alles d
sind Fragen, welche hier nur angedeutet werden können

1 Dessen Essays. T. II. p. 302.

zur Entscheidung erst durch künftige weitere Forschungen [illegible] ausgemittelt werden mufs[1].

40) Man hat schon früh die Entdeckung gemacht, dafs [illegible] Meer über Untiefen, insbesondere über Felsen, eine Verminderung der Temperatur erleidet, und dafs diese um so [illegible] abnimmt, je steiler die Küsten sind. So viel ich [illegible], war Franklin der erste, der dieses beobachtete und [illegible] dessen Aeufserung Jonathan Williams[2] vorschlug, die [illegible] an verborgene Klippen durch das Thermometer [illegible]. Später hat hauptsächlich v. Humboldt die [illegible] beobachtet, indem er das Thermometer plötzlich [illegible] auf 22°,5 C. herabsinken sah[3], so dafs ein gewöhnliches Weingeistthermometer die Annäherung an verborgene [illegible] warnend verkündigt[4]. In zwei Beobachtungen[5] sah [illegible] Reisende das eine Mal über einer Sandbank das Thermometer auf 13°,3 bis 12°,5 sinken, ungeachtet es in der ganzen Umgebung 15° bis 15°,3 C. zeigte, und das andere Mal [illegible] der Sandbank zwischen Tabago und Granada auf 23°, während es im offenen Meere 25°,6 angab. Mehrere Thatsachen zur Bestätigung dieses paradoxen Verhaltens hat John Davy auf seiner oben erwähnten Reise nach Ceylon gesammelt, und so läfst sich nach diesen und andern glaubhaften Angaben die Thatsache nicht wohl bestreiten, obgleich sie [illegible] andern Erscheinungen, wonach seichtere Teiche durch den [illegible] der Sonnenstrahlen wärmer zu seyn pflegen, als tiefe, und das über flachen Ufern mehr stagnirende Wasser [illegible] Flüsse eine höhere Temperatur zu haben pflegt, im Widerspruche steht. Wirklich behaupten auch Saussure und [illegible] am mittelländischen Meere, Donati beim adriatischen Meere, Peron an den flachen Küsten Neuhollands das [illegible] Wasser in der Nähe des Landes wärmer gefunden zu

---

1 Vergl. Art. *Temperatur*, wo auch der Einfluss dieser partiellen Erwärmung auf die magnetischen Pole zur Erörterung kommen [illegible].

2 Thermometrical Navigation. Philad. 1790. 8. Vergl. Transact. of the Amer. Soc. T. III. p. 82.

3 G. IV. 455.

4 Ebend. VII. 348.

5 Relation Histor. T. I. p. 55 u. 213. Vergl. Ann. Ch. Phys. T. V. p. 395.

Digitized by Google

haben[1], und der Letztere stellt es als unzweifelhaftes G
auf, dafs das Meer an und über den Küsten, namentlic
flachen, wärmer sey, als auf hoher See; wie es denn
natürlich scheint, dafs die Sonnenstrahlen, die das dürc
tige Wasser durchdringen, in dem dichteren und und
sichtigen Boden eine gröfsere Wärme erzeugen, wenn
die durch Peron zu Hülfe genommene Wärme-Entbi
durch die zahllosen Thiere, welche solche flache Meeres
de zu bedecken pflegen, unberücksichtigt bleibt. Sollen
einander widersprechenden, aber beiderseits wohl begrün
Zeugnisse vereinigt werden, so müssen wir annehmen,
die einen von den minder tiefen Theilen des Meeres
die sich über und neben grofsen, weit ausgedehnten K
hin erstrecken und wo allerdings das Wasser wärmer
mag, die andern aber von Sandbänken, Untiefen und K
die sich aus dem tiefern Meeresgrunde oft in bedeutender
fernung von Continenten und Inseln erheben.

V. Humboldt hat keine eigentliche Erklärung des
doxen Phänomens versucht, wohl aber Humphry Davy
er die von seinem Bruder ihm mitgetheilten Beobachtu
bekannt machte[2]. Nach der Ansicht des scharfsinnigen
ten erzeugen die Sonnenstrahlen Wärme im Wasser des
res und diese ist an der Oberfläche am stärksten, eben
aber findet auch ein Wärmeverlust durch Strahlung und
dunstung statt; im tiefen Meere sinkt dann das hierdurch
kältete Wasser herab, und entzieht sich somit der Mes
an flachern Stellen kann es aber nicht so tief herabsinken
mufs daher das Thermometer afficiren. Wird dann gleich
Wasser an den Küsten durch die Sonnenstrahlen, die den
den treffen, erwärmt, so strömt dagegen bei Nacht die k
Luft vom Lande, welches durch die Strahlung schneller
das Wasser erkaltet, dem Meere zu und kühlt die Oberfl
ab. Beide vereinte Ursachen sollen also dieses auffall
Phänomen erklären. Es läfst sich indefs allerdings entgeg
dafs das seichtere Wasser bis an den Boden nach der ge
baren Theorie durch die auffallenden Sonnenstrahlen eb

---

1 G. XIX. 482.

2 Aus Journ. of Sc. T. III. von 1817 in G. LXVI. 189. J
de Phys. T. LXXXV. p. 169.

al Wärme erhalten mufs, als im weiten Meere bis zu glei-
er Tiefe, worauf dann der Boden den ganzen Rest des auf-
lenden Lichtes verschluckt, mithin wärmer werden mufs,
s eine transparente Wasserschicht in der nämlichen Tiefe,
e erzeugte Wärme müfste dann dem berührenden Wasser
itgetheilt und dessen Temperatur dadurch erhöht werden,
woraus aber ein Aufsteigen desselben und somit eine stärkere
Erneuerung der ganzen Lage folgen würde, die durch die
heranströmende kalte Luft nicht compensirt werden könnte.
Will man dem Boden der Untiefen Wärmestrahlung beilegen
nd dadurch eine Erkaltung entstehn lassen, so würde diese
ur blofs der berührenden Schicht mittheilen, die dadurch
ur schwerer geworden nicht aufsteigen könnte, wobei man
möglich annehmen kann, dafs die (überhaupt so räthselhafte
sogenannte) Strahlung des Bodens das darüber befindliche Was-
er in Folge der durchgehenden Wärme zu einer stärkern
Strahlung und in deren Folge zu einer gröfsern Abküh-
lung disponiren sollte, als welche auf der hohen See statt
findet.

Man ist einmal geneigt, bei ungewöhnlichen Wärmephä-
nomenen zur sogenannten Strahlung seine Zuflucht zu nehmen,
wenn diese sich wohl ein einfaches Mittel finden, beide wi-
dersprechende Phänomene zu vereinigen. Dafs flachere Ge-
wässer überhaupt wärmer sind, als tiefere, weil die sonst in
gröfsere Tiefe eindringenden Sonnenstrahlen vom Boden auf-
gefangen werden und dort mehr Wärme entwickeln, ist eine
allgemein bekannte Sache. Ueber Felsen und Untiefen im
weiten Ocean und an den Küsten desselben müfste der näm-
liche Erfolg statt finden, allein bei diesen steigen die bewegt-
ten Wassertheile aus der Tiefe, wie auf einer geneigten Ebene
empor und erzeugen hier eine gröfsere Kälte. Dafs aber die
Bewegungen des Wassers sich bis zu bedeutenden Tiefen her-
ab erstrecken und durch diese auch der Sand aus der Tiefe
an Ufer aufgehäuft werde, wird im nächst-nächstfolgenden
Abschnitte gezeigt werden.

Digitized by Google

G. Gefrieren des Meeres.

41) Die ungeheuer grofsen und mannigfaltig gestal Eismassen in den Polarmeeren haben von jeher die Aufm samkeit der Seefahrer und der Küstenbewohner jener Ge den in Anspruch genommen und sind daher sowohl w des überraschenden Anblicks, den sie gewähren, als auch gen der grofsen Gefahren, die sie drohen, vielfach besc ben und durch Zeichnungen anschaulich gemacht worden wissenschaftlicher Hinsicht ist es jedoch wichtiger, die Art Entstehens genauer zu kennen. Früher herrschte die, nam lich durch Büffon vertheidigte Ansicht, das Seewasser friere überhaupt nicht, theils weil es als gesalzen der Ei dung widerstehe, theils weil die stete Bewegung des Me namentlich in den Polarzonen, die zum Erstarren erforderl Ruhe nicht gewähre. Eingeschlossene Meere, als die Osts das Meer von Marmora und das schwarze Meer, zeigten z die Wirklichkeit des Gefrierens, auch fand man die Buc der scandinavischen Küste mit Eis bedeckt, allein jene ei schlossenen Meere haben einen minderen Salzgehalt und den Buchten glaubte man die Eisbildung durch die grö Ruhe und die Nähe der Ufer erleichtert, abgerechnet der hineinfallende Schnee auf der Oberfläche schwimmend einer festen Decke erstarren mufste. Als ein vorzüglich wichtiges Argument galt die frühzeitig gemachte Erfahru dafs das Meereis beim Schmelzen süfses Wasser giebt, man glaubte daher, alles Eis im offenen Meere werde du die Flüsse hineingeführt, oder rolle von Gletschern am La herab, oder entstehe an den Küsten, von denen es dann l gerissen werde und daher oft noch Theile des Bodens, Kr ter und Steine auf und in sich mitführe. Diese ursprüngl kleinen, wegen ihres geringeren spec. Gewichtes stets z Theil aus dem Wasser hervorragenden Massen sollten d durch auffallenden Regen und Schnee zu der enormen Grö anwachsen, welche die Beobachter mit Furcht und Staun

---

1 Noch 1809 war der bothnische Meerbusen bis Ende Aprils stark gefroren, dafs die schwersten Lasten hinüber gefahren wurde auch russische Truppen einen Uebergang beabsichtigten. Catteau Calleville a. a. O. S. 135.

füllt. Erst die neueren Reisenden haben die Thatsache unüberleglich festgestellt, dafs die Oberfläche der See wirklich ud auf gleiche Weise gefriert oder mit Eis bedeckt wird, als e des süfsen Wassers.

42) Um über die Entstehung des Meereises urtheilen zu önnen, bedurfte es der Versuche des Gefrierens von gesalzeem Wasser, die vorzugsweise PARROT[1] angestellt und in Folge eines aus Mifsverständnifs entstandenen Widerspruches mit vermehrter Genauigkeit wiederholt hat. Als Hauptresultat geht hieraus hervor, dafs Wasser mit 0,03 Salz bei einer Erkaltung von — 4° R. in Eis verwandelt wird, welches nach dem Schmelzen das aufgelöste Salz in seiner Masse eingeschlossen enthält. Wiederholte weitere Versuche mit solchem und anderem ungleich stark gesalzenen Wasser zeigten aber ferner, dafs zwar das aus diesem entstandene Eis allezeit eine durch Reagentien leicht wahrnehmbare Menge von Salz enthalte, dafs aber dennoch der Krystallisations-Procefs des Gefrierens allezeit mit einer Ausscheidung von Salz verbunden sey, indem fortschreitend zuerst weniger gesalzenes Wasser gefriert, dann bei zunehmender Kälte fortschreitend das mehr gesalzene, bis zuletzt alles, ohne Zurücklassung von selbstständigen Salzkrystallen, in Eis verwandelt wird, an welchem jedoch die rauheren Theile durch äufsere Kennzeichen den stärkeren Salzgehalt darthun. Hiernach kann also der obenein geringe Salzgehalt des Seewassers dieses nicht gegen das Gefrieren schützen, vielmehr liegt der Gefrierpunct des Salzwassers zunehmend tiefer unter dem des süfsen Wassers, je gröfser die Menge des aufgelösten Salzes ist, bis zum Sättigungsgrade, und alles aus dem Salzwasser entstandene Eis enthält stets eine gewisse Menge Salz in sich, jedoch das zuerst oder in geringerer Kälte entstandene nicht soviel, dafs es nach dem Aufthauen ein nicht trinkbares oder nur durch den Geschmack sich als gesalzen ankündigendes Wasser liefern sollte. Dafs Salzwasser überhaupt gefriere und ungleich für höhere Grade der Sättigung einer tiefern Temperatur hierzu bedürfe, wufste man schon aus den Versuchen von CHAPTAL und MONGE[2] und aus den frühern von BLAGDEN[3].

1 G. LVII. 144.
2 Ann. de Chim. T. LIV. p. 139. Daraus in G. XXIII. 350.
3 Philos. Trans. 1788. p. 143. 311.

Letzterer will zugleich das Gesetz aufgefunden haben, die Mengen des Salzes, welche in reinem Wasser auf wurden, den Wärmegraden unter 0° C., wobei letztere friert, direct proportional sind. Eine Auflösung, deren halt $\frac{1}{3\frac{1}{10}}$ an Salz betrug, gefror bei — 1°,9 C. und so u also eine von $\frac{1}{10}$ bei — 15°,6 gefrieren, was auch bei d ebenso wie bei 7 andern zwischen diesen Extremen liegé Lösungen, so genau zutraf, dafs bei keinem Versuche der terschied zwischen den beobachteten und den berech Werthen 0°,5 C. erreichte. Beträgt der Salzgehalt des wassers $\frac{13}{486}$ (etwas über 2,68 Procent), so mufs sein Ge punct = — 1°,7 C. seyn und der durch Nairne[1] gefun = — 1°,94 wäre demnach aus dem gröfsern Salzgehalte wohl erklärlich. Blagden nahm aufserdem an, dafs d Wasser bei 4°,4 C. seine gröfste Dichtigkeit habe, und das Verhalten des Salzwassers in dieser Beziehung zu pr setzte er eine Lösung von 1 Th. Kochsalz in 4,8 Th. W ser, welche der Rechnung nach bei — 12°,9 C. gefr mufste, der Kälte aus. Die Zusammenziehung der Masse statt bis — 8°,3, aber bei — 9°,4 war schon eine Aus nung merkbar, woraus Blagden folgert, dafs der Punct gröfsten Dichtigkeit bei — 8°,5 und also 4°,4 über dem Gef puncte liege, auch ist er geneigt, als allgemeines Gesetz zunehmen, dafs ein wachsender Zusatz von Salz den P der gröfsten Dichtigkeit und den Gefrierpunct gleichmäfsig fer herabbringe. Dieses kann jedoch nicht der Fall seyn, sonst könnte der Punct der gröfsten Dichtigkeit des See sers auf keine Weise tiefer als — 2° C. liegen und da der Tiefe gefundene kältere Wasser müfste nach statischen setzen aufsteigen.

43) Die genauesten Versuche über das Verhalten des Kälte ausgesetzten Seewassers hat Marcet[2] angestellt und von ihm erhaltenen Resultate stimmen auf das genaueste denen überein, die ich selbst vermittelst eines ganz versch denen Verfahrens aufgefunden habe. Der von jenem gebrau Apparat ist nicht von der Art, dafs er wegen künftig zu w derholender Versuche beschrieben zu werden verdiente,

---

1 Phil. Trans. 1776.

2 S. dessen oben angezeigte Abh.

Digitized by Google

ischen war er tauglich genug, um bei sachgemäfser Be-
dlung hinlänglich genäherte Resultate zu geben. Zuerst
MARCET Seewasser in Gefäfsen gefrieren, wobei zwar die
ze Masse in Eis verwandelt wurde, allein nach dessen
rausnehmen fanden sich einige Tropfen sehr gesalzenen
assers als Rückstand; stets stieg das Thermometer im ge-
deten Eise auf — 2°,22 C. Bei den nachherigen Versu-
en mit dem zur Auffindung des Zusammenziehens zugleich
wendeten Apparate ergab sich, dafs das Seewasser sich fort-
während zusammenzieht, bis es in Eis verwandelt wird. Nach
einern Beobachtungen dauerte die Zusammenziehung dessel-
n bis — 5°,56 C. fort und von hier an schien ein Still-
and oder eine beginnende Ausdehnung statt zu finden, deren
estimmung zwar wegen der Zusammenziehung des Glases
chwierig war, jedoch blieb auch nach einer Correction hier-
r stets noch eine beginnende geringe Ausdehnung übrig.
ng aber die Erkaltung bis auf — 7°,5 herab, so schofs das
asser in der engern Röhre des gebrauchten Apparats schnell
por, das Thermometer stieg sogleich auf — 2°,22 und al-
Wasser war in Eis verwandelt. In einem von mir ange-
ellten beiläufigen Versuche sah ich gleichfalls künstlich be-
reitetes Seewasser sich bis — 4°,38 C. fortwährend zusam-
menziehn, nach einiger Zeit aber war durch zunehmende Kälte
e Kugel des Apparates zersprengt und in das Röhrchen des-
lben ein Eiscylinder hinaufgetrieben. Bei der spätern Be-
chnung des Gesetzes der Ausdehnung des Seewassers durch
me[1] ergab die Differentiirung der hierfür aufgefundenen
rmel den Punct der gröfsten Dichtigkeit etwas unter — 5°,25
, so genau mit MARCET's empirisch gefundenem Resultate
reinstimmend, als zwei so ganz verschiedene Methoden
zulassen, ja wenn es heifst, dafs bei — 5°,56 schon eine
ginnende Ausdehnung von ihm wahrgenommen worden sey,
übersteigt die Differenz kaum 0°,1 C. und liegt also ganz
ter den Grenzen solcher Messungen. Hiernach mufs also
Punct der gröfsten Dichtigkeit des Seewassers bei — 5°,5
d der Gefrierpunct desselben zwei Grade tiefer bei — 7°,5 C.
setzt werden.

---

1. Mém. présentés à l'Acad. Imp. des Sc. de St. Petersbourg. I. p. 71.

Digitized by Google

Diese beiden Bestimmungen setzen jedoch voraus die Zusammenziehung sowohl, als auch das Gefrier Seewassers ohne eine Aenderung seines Mischungsverhä erfolge, was nur dann zuweilen oder meistens geschieht, die dasselbe einschliefsende Hülle der Wärmeentziehung all einen gleichmäfsigen Zutritt gestattet und die äu einwirkende Kälte hinlänglich stark ist, um ein etwas Gefrieren herbeizuführen. Je gröfser dagegen die vorh Wassermasse im Verhältnifs zu der Oberfläche ist, auf die Kälte einwirkt, um desto leichter beginnt eine Au dung von Salz und ein partielles Gefrieren des hiernac der salzreichen Wassers. Unter keinen andern Verhäl gefriert daher das Seewasser bei einer höhern Temperat auf der Oberfläche des Meeres selbst, und aus dieser U wird der Gefrierpunct desselben meistens höher angegeb Marcet ihn gefunden hat und er nach dem Wärmegra gen kann, wobei das Seewasser seine gröfste Dichtigke Am gehaltreichsten hierüber sind die Mittheilungen von resby, welcher die Entstehung und die Beschaffenhe Meereises am anhaltendsten und am aufmerksamsten bea tet hat[1]. Nach ihm ist das Salzwassereis porös, weifs durchsichtig, weicher und leichter als Süfswassereis, gr gefärbt und giebt beim Schmelzen süfses oder etwas ge nes Wasser. Nie erhielt Scoresby aus Seewasser dichte durchsichtiges Eis, und wenn Marcet ein solches be so sieht man hieraus, dafs jenes die Regel, dieses die nahme ist. Scoresby gesteht zu, dafs sich ein Streben Entstehn eines dichten Eises in der Ausscheidung des zeige, denn wenn bei sehr kaltem Wetter der Schaum Wellen auf dem Schiffe gefriert, so bleibt stets etwas W ungefroren zurück, was sehr salzig ist. Das gewöhnliche wasser des grönländischen Meeres von 1,0263 spec. Ge gefriert bei — 2°01 C., ist es aber durch Frost bis 1 concentrirt, so gefriert es erst bei — 10°,2 und völlig

1 G. LXII. 1 ff. Sehr ausführlich in: An Account o Arctic Regions cet. Edinb. 1820. II Voll. 8. T. I. p. 225 ff. Nachrichten über das Polareis der südlichen Hemisphäre finde in den Reiseberichten von Cook, Weddel, Forster u. a., übe der nördlichen Erdhälfte in denen von Hudson, Davis, Baffin, Frobisher, Middleton, Ross, Parry, Fischer, Franklin u. a.

gesättigtes bei — 20°. Einst fand Scoresby[1] in ei-
heitern Nacht die See überall um das Schiff herum ge-
, obgleich das Thermometer in der Höhe des Verdecks
unter 0°,5 C. herabging; er leitet dieses von der Strah-
her, doch ist zu berücksichtigen, dafs das Meer mit Eis-
erfüllt war. In einem andern Falle[2] gefror das Meer
Temperatur der Luft von 2°,22 C., die um 2 Uhr
bis 0°,56 herabging, und das erzeugte Eis war so
, dafs der Lauf des Schiffes bei einem leichten Winde
dadurch gehemmt wurde. Auch damals lagen Eis-
umher, und dann gefriert die See in der Regel stets,
die Sonne 4 bis 5 Grade unter dem Horizonte ist, je-
nur bei heiterem Himmel, denn bei wolkigem ge-
dieses nicht anders als bei einer Temperatur von
C.

Capitain Ross[3] und seine Begleiter hatten während ihres
dreijährigen unausgesetzten Aufenthalts mitten zwischen
ewigen Eise die beste Gelegenheit, das Verhalten dessel-
zu beobachten. Sie nahmen wahr, dafs die Dicke des-
stets zunahm, bis ans Ende des Monats Mai, und dafs
auf der See 10 Fufs, auf einem Teiche aber 11 Fufs er-
. Das Wasser dicht unter dem Eise hatte eine Tem-
von — 2°,78 C. Das Vorurtheil, als könne auf offe-
See kein Eis entstehn, verwirft Scoresby gänzlich, ob-
nicht zu leugnen ist, dafs die in Buchten herrschende
die Eisbildung begünstigt. Selbst im bewegten Meere
sich Eiskrystalle, die dem nicht geschmolzenen Schnee
und bei ihrem Entstehn die Oberfläche ruhig ma-
, bald an einander schiefsen und eine feste Decke bil-
würden, wenn die Wellenbewegung dieses nicht hinderte;
Schiffer nennen dieses Gebilde *sludge*. Die Eistafeln werden
in Stücke von höchstens 3 Zoll Durchmesser zerbrochen,
sich nach dem Dickerwerden vereinigen, durch Anstofsen
und bis zu 1 Fufs Dicke und mehrern Klaftern im

1 Tagebuch einer Reise auf d. Wallfischfang u. s. w. Ueb. von
Hamb. 1825. 8. S. 249.
2 Ibend. S. 298.
3 Narrative of a Second Voyage to the Discovery cet. Lond.
4. App.

Umfange wachsen, wo sie dann *Pancakes* (Pfannkuche
fsen. In ruhiger See, wie sie in jenen nördlichen G
wohl nur in Buchten gefunden wird, bilden sich zus
hängende Eisdecken (*Bay-ice*), die bei heftigem Fro
nen 24 Stunden 2 bis 3 Zoll dick werden, im Verla
Zeit aber, wenn sie liegen bleiben oder fortgetrieben
bis zur Dicke von mehrern Fufs anwachsen. Dieses
Buchten und zwischen den Inseln um Spitzbergen ents
theils dünnere (*light packed or drift ice*), theils dickere
packed or drift ice) Treibeis treibt stets in südwestliche
tung weiter, bis es durch Schmelzung verzehrt wird;
gen aber andere sogenannte Eisfelder nach, die oberhalb
bergen gebildet werden und von unglaublicher Ausd
sind. Vermuthlich entstehn sie in den Zwischenräume
schen den fortgetriebenen und den liegenbleibenden Eis
ihr Eis ist dicht, durchsichtig und süfses Wasser gebe
vermuthlich von der zwei bis drei Fufs hohen Schneelage h
die im Winter darauf fällt, im Sommer gröfstentheils auftha
dann wieder gefriert. Durch Wiederholung dieses Process
sen die unermefslichen Eisfelder entstehn, welche das Er
der Beobachter erregen. In der Regel ragen diese Eisfel
bis sechs Fufs über die Fläche des Wassers empor u
ungefähr 10 bis 20 Fufs tief in das Wasser eingetaucht
che Eisfelder sind so eben, dafs ein Wagen an 10
Meilen weit über sie ohne Anstofs hinfahren könnte, d
sten haben aber Hervorragungen (*Hummocks*), die du
schönes Farbenspiel das Einförmige der glänzenden Flä
terbrechen. In ihnen befinden sich zuweilen Oeffnunge
ein völlig ruhiges Wasser einschliefsen. Sie treiben
südlicher oder südwestlicher Richtung, selbst wenn die
de diese Bewegung nicht unterstützen oder ihr entgege
und wenn die sie umgebenden kleinern Eisstücke n
lassen, werden sie durch die Wellen zerbrochen u
Treibeis verwandelt. Zuweilen haben sie eine dreheng
wegung, so dafs ihr Rand mehrere hundert Seemeilen i
ner Stunde zurücklegt. Stöfst ein solches drehendes geg
ruhendes oder stofsen zwei drehende zusammen, so wir
oder es werden beide zertrümmert mit einer Gewalt,
man sich eine Vorstellung machen kann, wenn man b
sichtigt, dafs ihre Massen gegen 10000 Millionen Tonn

Einst mafs Scoresby an einer Spalte, dafs die obere
e Schneelage 3,5 F., das Eis selbst aber 12 F. Dicke
Es giebt indefs auch kleinere Eisfelder (*Floes*) von
Dicke, und Bay-Eis heifst es nur dann, wenn die
inen oder wenige Fufs beträgt. So wie die *Hummocks*
en zerbrochener Eisfelder bestehn, die über die grö-
che geschoben sind, werden andere unter sie gedrückt
en dann Kälber (*Calfs*). Sie sind nicht selten so
dafs Schiffe über sie hinsegeln und sie an beiden Sei-
n dem Schiffe sehn, jedoch ist dieses sehr gefährlich;
nn sie plötzlich auftauchen, wie häufig geschieht, kön-
das Schiff beschädigen und sogar einen Schiffbruch
. Einzelne hervorragende Spitzen heifsen Zungen
n), und wenn das Treibeis in solcher Menge vereint
dafs man seine Ausdehnung nicht unterscheiden kann,
es *Pack*, und zwar ein offenes, wenn die Eisstücke
ht berühren, ein geschlossenes, wenn sie sich be-

) Eisberge sind eigentlich Gletscher, die aus den Thä-
n das Meer sich erstrecken, im Sommer zum Theil
en, so dafs Gletscherströme von ihnen herabstürzen,
ien aber wieder wachsen und durch ihre unglaubliche
die Bewunderung von Martin, Kranz, Phipps, Ross,
r und andern erregten[1]. Einer der gröfsten, den schon
ah und Scoresby an derselben Stelle wieder er-
hatte eine steile Wand von 300 F. Höhe, von wel-
ast eine Eismasse ins Meer rollte, die in 24 Faden
f dem Grunde auflag und dann noch 55 Fufs über die
he des Wassers emporragte. Werden sie im Meere
ieben, so bilden sie die schwimmenden Eisberge oder
n, jedoch glaubt Scoresby, dafs nicht die ganze Men-
im grönländischen Meere vorhandenen diesen Ursprung
könne, weil ihre Zahl hierfür zu grofs und ihre Di-
zu stark ist, hauptsächlich bei denen, die sich in der
nähe finden. Der gröfste, den er im grönländischen
sah, hatte ungefähr 3000 F. im Umfange, oben eine
aus dem Wasser hervorragende Fläche, und mufste un-
150 bis 160 F. tief im Wasser gehn; in der Davis-

[1] Vergl. Lotta in Edinb. Phil. Journ. N. VI. p. 237.

Digitized by Google

strafse dagegen hat man sie von 2 Seemeilen lang, ¾ S
len breit, mit Spitzen von mehr als 100 Fufs hoch
450 F. tief ins Wasser herabgehend gesehen, ja sel
massen mit Flächen von 5 bis 6 Quadratseemeilen und
Höhe, die in 90 bis 100 Faden Tiefe auf dem Grund
und deren Gewicht also mehr als 2000 Mill. Tonnen
Scoresby meint, dafs die meisten Eisberge in Buchten
auch im offenen Meere, gebildet werden, indem der st
neue auf sie fallende Schnee ihre Masse zuletzt bis ins
mefsliche vermehrt. Die aus der Davisstrafse treiben
bis zur Küste von Neufundland, wo man deren bis 2
meilen vom Orte ihres Ursprungs ankommen sieht. R
gegnete auf seiner Reise in die Baffinsbay dem erste
59° N. B. Dieser war 40 F. hoch und 1000 F. lang;
nem andern ankerte er, weil er am Grunde fest lag,
bald trieb er sammt dem Schiffe westlich und fafste n
niger Zeit wieder Grund. Forster fand auf der si
Halbkugel mehrere 1 bis 2 Seemeilen lange und 100
dem Wasser hohe und zählte am 20. Dec. 1773 vom
korbe aus deren 186, Ross aber hatte unfern der Hase
deren 700 im Gesicht. Auf der südlichen Halbkugel g
die Eisberge selten weiter als bis 42 oder 43 Grad S.
lein im April 1828 wurde Treibeis in 35° S. B. u
östl. L. gesehn, im Jahre 1780 aber scheiterte das Tra
schiff The Guardian beinahe unter 44° 10′ S. B. und
östl. L. an einem Eisberge[1]. Die gröfsten werden vom
nicht stark bewegt und geben den Schiffen Schutz;
ist es gefährlich, an ihnen vor Anker zu gehn, weil s
weilen ihren Schwerpunct ändern und umschlagen, w
auch dann geschieht, wenn sie bei ihrer Bewegung
Hindernifs stofsen. Scoresby berichtet, was auch den
ländern wohl bekannt ist, dafs oft ein Schlag mit d
wenn man einen Anker daran befestigen will, einen
Berg mit grofsem Krachen spalten macht, so dafs die
nach der Seite umschlagen und die Boote in den Well
graben werden. Löst sich unten ein Stück ab, so tauc
ses mit solcher Gewalt auf, dafs es Schiffen in grofse

1 Horsburgh in Phil. Trans. 1830. p. 117. Poggendo
XVIII. 625.

ung gefährlich wird. Sie haben Spalten, wie die Glet-
r, und oben tiefe Löcher mit Wasser, aus denen die See-
r das Wasser vermittelst langer Schläuche in ihre Fässer
n. An ihrem Glanze erkennen die Schiffer sie selbst im
l und bei dunkler Nacht, und dieser ist so ausgezeichnet,
u ungeachtet der Unwirthbarkeit, die in ihrer Nähe statt
t, die Bewunderung aller Beobachter erregt. Egede re-
nn ihren bezaubernden Farben, die er weifs, blau und
r nennt, mit dem Zusatze, dafs zwar Fabricius[1] die An-
nnung der grünen Farbe beim Treibeise geleugnet, Cranz[2]
gen sie allerdings beobachtet habe; Ross aber berichtet,
gie keine gröfsere Farbenpracht, als die Eisberge sie dar-
n, denn bei Tage wie bei Nacht glänzten sie an den
ien Stellen wie Silber und an den übrigen mit so lebhaf-
Regenbogenfarben, dafs keine Kunst dieses nachzuahmen
ge. Dieses durch Reflexion und Brechung erzeugte
l prismatischer und subjectiver Farben ist jedoch verschie-
von dem sogenannten Eisblinken (*Ice-blink*), welches
nnt sich zeigt, wenn man sich einem Eisfelde oder nur
r ausgedehnten Lage Packeis nähert. Es zeigt sich dann
den den Horizont berührenden Theile der Atmosphäre ein
lend weifser Streif, worin das ganze ausgedehnte Eisfeld,
n wenn es sich bis 20 oder 30 Seemeilen über den Ge-
ichtskreis hinaus erstreckt, zum Vorschein kommt. Nach Gil-
t[3] ist es also eine Folge der *irdischen Strahlenbrechung*,
in jenen kalten Gegenden so bedeutend stark erscheint.

5) Hans Egede Saabye[4], welcher als Prediger auf ei-
r dänischen Colonie in Grönland verweilte, theilt unter an-
n sehr interessante Nachrichten über das Verhalten der Eis-
ge mit. Hauptsächlich lernte er diejenigen kennen, die
h in dem Isefiord befinden und von denen einige nach
sorgen von ihm 200 bis 300 Faden unter das Wasser hin-
chten sollen. Hier bilden sich allerdings Gletscher, die
t über das Meer hinausragen, fortwährend gröfser werden,

---

1 Neue Schriften d. K. dän. Ges. d. Wiss. Th. III. S. 67.
2 Historie von Grönland. S. 55.
3 S. LXII. 52.
4 Nachstücke eines Tagebuchs, gehalten in Grönland von 1770 bis 1778. Ueb. von Fries. Hamb. 1817. 8.

Digitized by Google

und von denen dann zuweilen enorme Stücke sich ab
ins Meer fallen, einigemal sich umwälzen und endlich
hergestelltem Gleichgewichte als schwimmende Eisberg
fortbewegen. Gewöhnlich setzen sie dann durch die
See erzeugten Schwankungen auch die übrigen vorha
Eisberge in Bewegung, die dann weiter in die See
Nach Egede und Scoresby rührt ihre oben bereits er
Brüchigkeit von einem Lockerwerden bei beginnender S
zung her, was mir jedoch mit der Natur des Eises unv
lich scheint, und ich möchte sie lieber für eine Fol
Sprödigkeit halten, die durch ungleiche Temperatur sch
ihrer Entstehung erzeugt ist, wie bei den Glasthräne
Bologneser Flaschen. Sie kündigen daher die Neigu
bersten vorher durch ein Krachen an, was Scoresby fü
Folge der Erweichung oder einer innern Ausdehnung
In einem solchen Zustande reicht aber schon ein blofser
hin, um zerborstene Stücke herabfallen zu machen. S
ren einst 7 Menschen in einem Boote durch den Isefior
sich so ruhig hielten, dafs sie selbst den Ruderschlag v
den; als aber ein Knabe mit einer zwei Fufs langen
stütze auf das ausgespannte Fell des Kahnes schlug,
ein Stück vom nächsten Eisberge herab und alle kam
den Wellen um. Solche Ereignisse tragen sich nicht
zu, weil die Grönländer die Seehunde in der Nähe de
berge, ihrem Lieblingsaufenthalte, aufsuchen und fangen.
Scoresby erzählt, dafs einst ein Capitain, begleitet v
nem Matrosen, mit einer Axt auf einen Eisberg hieb,
einen Anker zu befestigen; allein der Eisberg spaltete in
Theile, der Capitain hielt sich an der Spitze des einen
ckes, der Matrose aber wurde vom aufbrausenden Wass
an das in der Nähe haltende Boot geschleudert[1]. An
andern Seite wird aber das Eis auch brüchig durch h
Kälte, wie nicht leicht jemand besser beobachten konnte
Capitain Ross[2] bei seinem mehrjährigen Aufenthalte zu
thia Felix. Wenn die Temperatur unter — 18° C. herab
so begann das Krachen der Eisberge und man hörte

1 Tagebuch einer Reise u. s. w. S. 305.

2 Narrative of a Second Voyage cet. Lond. 1835. 4. A
CXVI.

...ender Kälte das furchtbare Getöse, worauf dann im ...ahr die Stücke dieser enormen Massen wie Bruchstücke ... Erdbeben zerstörter Berge umherlagen.

46) Das Eis widersteht oft den Wellen mit ausnehmen... Stärke und sichert die davon eingeschlossenen Schiffe voll... gegen ihre Gewalt; ist aber ein Eisfeld einmal durch... und in gröfsere Stücke verwandelt, so verschwindet ... mit unglaublicher Schnelligkeit. Hierbei scheint die ... Festigkeit des Eises bedingend zu seyn, jedoch in ...ziehung, dafs das ältere und sprödere Eis durch unbe... Wellen zerbrochen wird, während jüngeres, biegsa... länger widersteht; vielleicht sind auch die Strömungen ... Wassers von einigem Einflufs, hauptsächlich aber ... berücksichtigen, dafs der kurze Wellenschlag die ein... getrennten Stücke an einander zerreibt. Auf diese Weise ...windet Eis, welches die Wallfischfänger wochenlang ...halten hat, in wenigen Stunden, und eine unübersehbare Fläche von zusammenhängendem Bay-Eise, in welcher ... Schiff unbeweglich festsitzt, verwandelt sich in einer ... in offenes Meer, worin die Wellen mit kleinen Eis... spielen. Die regelmäfsige Strömung des Eises von ... nach Südwest, wie Ross, Scoresby und die zahl... Grönlandsfahrer sie unzählig oft beobachtet haben, das ...kommen der Eisfelder und ihr Ersetztwerden durch neue ... jedoch nur eine Eigenthümlichkeit des grönländischen Mee... und der Baffinsbay; das Eis des sibirischen Polarmeeres da..., welches noch anhaltender während eines länger dauern... ununterbrochenen Aufenthalts durch v. Wrangel[1] und ... beobachtet worden ist, bietet eine unübersehbare, dem ... sibirischen Festlandes ähnliche Ebene dar, auf welcher ...hügel, wie niedrige Berge, zusammengeweht sind. An ... Küsten thauet es im Sommer meistens auf und die offe... Stellen sind mit Treibeis und Eisbergen angefüllt, die ... oben beschriebenen ähnliche Erscheinungen zeigen, an ... von den Flufsmündungen entfernten Stellen wird je... das Ufer wahrscheinlich niemals frei. Ueber der ebenen

---

1 Physikalische Beobachtungen des Capitain-Lieutenant Baron Wrangel während seiner Reise auf d. Eismeere in d. Jahren 1821, ... u. 1823, herausg. von G. F. Parrot. Berl. 1827.

Fläche erheben sich dann die unordentlich über einande
häuften Eisschollen, *Torossen* genannt, bis zu 80 Fufs
deren Eis ein weniger salzhaltiges Wasser liefert, als d
gentliche Meereis, und deren Bildung grofsentheils de
aufhäufenden Schneelagen beizumessen ist, doch sollen
darin befindliche Schollen nach der Meinung der Küs
wohner aus Flufseis bestehn. Sie verdanken ihren Ur
den Eisschollen, die vom Winde getrieben sich auf ei
schieben, zuweilen auch unter andere getrieben diese I
in die Höhe heben. Als sehr wichtig ist vorzugswei
Auskunft zu betrachten, welche jene Reisenden über die
nen Stellen im Eise gegeben haben, die man dort *Po*
nennt. Es ist in der That merkwürdig, mitten in den
sehbaren Eisflächen in den Regionen des ewigen Froste
sogar mitten im Winter auf offenes Fahrwasser zu st
welches vom Eise, wie von einem Continente, umgeb
und in welchem bald kleine Wellen die glatte Ober
kräuseln, bald hohe durch die Gewalt der Stürme hoch
gethürmt werden. Eine solche grofse, beständig offene
fängt an der Nordwestküste von Kotelnoy an und er
sich anscheinend in südöstlicher Richtung bis auf 270 geogr. M
indem sie so weit in verschiedenen Jahren stets von andern
achtern wirklich gesehn worden ist, ohne dafs man weifs, o
Länge nicht noch bedeutender ist. Wie grofs ihre Breite
mag, konnte bis jetzt nicht ausgemittelt werden, indem si
Versuche, weiter nach Norden vorzudringen, die nu
Schlitten, von Hunden gezogen, gemacht werden, hi
Am Rande befindet sich dünnes Eis und man bemerkt i
deutlich eine Strömung, die als Wirkung der Ebbe und
angesehn wird, dagegen beträgt die Dicke des Eises a
Küste, die es ruhig liegend in einem Winter erreicht, d
gängig 9 bis 10 F. engl. Aufser dieser grofsen Polinje
es noch viele kleinere in der unabsehbaren Eisfläche, die
2,5 bis etwa 4 Werst lang und 1,5 Werst oder darüber
sind. Sie laufen in der Regel von N. W. nach S. O., g
ren zuweilen und es entstehn andere, ja dieser We
scheint unter sich in Verbindung zu stehn. Am Rande
Polinjen trifft man stets Torossen.

47) Aus v. Wrangel's Beschreibung ist nicht gena
sichtlich, ob die Torossen blofs auf der Oberfläche des

…, was jedoch bei dem enormen Gewichte einer bis 80 … Höhe aufgethürmten Eismasse kaum denkbar ist, oder ob … wie die Eisberge, in das Wasser hinabreichen; PARROT …gen nimmt das Letztere an, und dann folgt von selbst, … die grofsen auf dem Boden ruhn, da die gröfste gemes… Tiefe jenes sibirischen Meeres nur 161 Fufs beträgt, was … auch mit der Angabe der Bewohner jener Küsten über…, wonach einige derselben ihren Ort nicht verlassen … also auf dem Grunde festsitzen müssen. Die Zeichnung Fig. … solchen grofsen Torosse versinnlicht ihre Gestalt, die sich 254. … den gewöhnlicher Eisberge sehr unterscheidet, und es wird … dadurch deutlich, dafs sie aus lauter aufgehäuften …schollen, die höchstens 42 Zoll dick und zuweilen regel…ig über einander geschichtet sind, bestehn. Ihre Bildung … ohne Widerrede räthselhaft. Nach PARROT werden sie … dem nördlichern Theile des Meeres hergetrieben; es scheint …doch, als ob sie auch aus zusammengefrornen Eisschollen …bildet seyen. Dabei wäre es dann unmöglich, dafs sie durch …ches Uebereinanderschieben derselben zu einer solchen Höhe …wachsen könnten, inzwischen werden diese auch sicher un…einander geschoben, frieren an einander fest, bewirken hier…durch ein Umschlagen der Masse, wodurch andere aufgerissene … der Höhe gehoben werden, und vor allen Dingen entstehn …neue Lagen durch den Schnee, der sich auf ihnen auf…t und durch partielle Schmelzung und nachfolgendes Ge…ren in Eis verwandelt wird. Die kleinen Torossen sind …r Zeichnung nach nichts anderes, als einige aufgehäufte Bruch…cke von Eisschollen, womit dann auch ihre Anwesenheit …n den Rändern der Polinjen vollkommen in Einklang steht. …e Polinjen selbst sind gleichfalls sehr interessant und um so …mehr, als die freie Strafse, worin PARRY so weit westwärts …segeln vermochte, vielleicht nichts anderes, als eine damals …offene, bei der frühern Untersuchung durch Ross aber noch …geschlossene Polinje war, die aufgefundene grofse Polinje des …nördlichen Eismeers aber die Möglichkeit einer Fahrt von No…va-Zembla bis zur Behringsstrafse geben könnte, die jedoch …keinen andern, als einigen wissenschaftlichen Nutzen gewäh…ren würde. Ihren Ursprung zu erklären bleibt bei den mit …möglichen Aufopferungen erhaltenen, aber dennoch stets man…gelhaften Beobachtungen eine schwierige Aufgabe. Im Allge-

Digitized by Google

meinen kann man jedoch, nach der Ansicht Parrot's, an
men, dafs eine so ausgedehnte Meeresfläche sich unmö
unter eine zusammenhängende Eisdecke bannen läfst, viel
mufs die wogende und stets strömende, namentlich auch
wechselnde Fluth bewegte Masse sich an den schwäc
Stellen Luft machen und die Bruchstücke ihrer zerspre
Bedeckung unter und über die widerstehende Eisfläche tr
Dazu kommt dann noch ohne Zweifel das an einigen S
vom Boden aufsteigende wärmere Wasser und die G
womit bei einmal durchbrochenen Stellen der Wind das
ser gegen die Ränder des Eises treibt, woraus die allg
gefundene längliche Gestalt derselben folgt, die bei der g
Polinje ohne Zweifel durch die den Küsten Sibiriens und
america's ungefähr parallele wechselnde Strömung des M
bedingt wird.

48) Eine dritte Eigenthümlichkeit, welche v. Wra
auf den Eisflächen des sibirischen Polarmeeres aufgefu
hat, ist die Ausscheidung von Seesalz, welches sich fast
all dort findet, wo die Fläche nicht mit einer dicken Sch
schicht bedeckt ist, hauptsächlich über dünnem Eise
in der Nähe offener Stellen, so dafs es sich durch eine
Zoll hohe Schneeschicht zeigt. Befindet sich dieses Salz,
Rossol genannt, über festem und trocknem Eise, so bild
kleine Häufchen von 0,1 Zoll Höhe und 0,2 Z. Durchme
die aus kleinen Körnchen bestehn und durch Streifen
nämlichen Salzes mit einander verbunden sind. An sch
freien Stellen frifst dieses Salz sich in das Eis ein und m
es brüchig, ohne Zweifel in Folge einer Schmelzung, wie
der künstlichen Kälte-Erzeugung; ist es aber mit Schnee
deckt, so steigt es in diesem auf. Seinen Ursprung verd
dieses bittere Kochsalz nach Parrot ohne Zweifel dem
wasser, welches aus den freien Stellen durch die Winde
die Oberfläche des Eises getrieben wird, dort durch die
tige Kälte sogleich gefriert, wobei das so entstehende Eis
mit dem schon vorhandenen verbindet, das hierdurch au
schiedene Salz aber krystallisirt, mit bedeutendem Einflusse
Verdunstung, die durch die Trockenheit der herbeigefüh
Luft ungeachtet der hohen Kälte ausnehmend grofs seyn mu

49) Die Gestalt der Eisberge ist zwar so mannigf
und kann so leicht vorgestellt werden, wenn man das d

Digitized by Google

Aufhäufen neuer Lagen bis ins Unglaubliche gesteigerte
chen der regellos geformten Massen berücksichtigt, die
Allgemeinen als zackige Bergspitzen erscheinen; inzwischen
den sich unter denen, die namentlich Ross als ungewöhn-
gestaltet einer Abzeichnung werth erachtet hat, zwei, die
vielleicht verdienen versinnlicht zu werden. Der eine Eisberg Fig.
einem schräg stehenden Felshorn, der andere ist noch 255.
durch eine weite Durchfahrt, die als ein grofses 256.
Thor erscheint[1].

Nach den bisher gepflogenen Untersuchungen ver-
Frage über das Gefrieren des Seewassers und den
des daraus gebildeten Eises den Einfluss der Wi-
die sich früher ihrer Beantwortung entgegenstell-
Das das Meereis süfses Wasser gebe, bemerkte schon
Bartholinus[2], und Robert Boyle[3] erwähnte, dafs
zu Amsterdam das Wasser des Meereises zum Biere
Samuel Reyher[4] aber stellte eigends eine Reihe
Versuchen hierüber an, woraus hervorging, dafs nicht
aus dem geschmolzenen Meereise erhaltene, sondern
unmittelbar unter demselben befindliche Wasser süfs
Letzteres ist seitdem vielfach bestätigt worden und
daher annehmen, dafs entweder dieses Wasser aus
Eise entstanden sey und sich als spec. leichter
Salzwasser erhalten habe, oder dafs sich schon vor
beginnenden eigentlichen Krystallisation das Salz bei vor-
tiefem Wasser herabsenke und im Begriff zu Ge-
tendes süfses Wasser zurücklasse. Hieraus wird dann
geringe spec. Gewicht erklärlich, welches das von
untersuchte Wasser aus Meereis oder das in der
desselben geschöpfte zeigte, wie folgende Uebersicht

---

1 Beschreibungen und Zeichnungen von Eisbergen finden sich in
W. Mary Journal of a Voyage to Greenland. Sec. ed. Lond.

2 De nivis usu medico observ. variae, acc. Erasmi Bartholini de
Diss. Hafn. 1661.

3 New experiments and observations touching Cold. Lond. 1665.

4 S. Reyheri J. C. et mathematici Kiliensis experimentum novum,
aquae marinae dulcedo examinata describitur. Kiliae 1697. 4. Vergl.
Wallis in Gren Journ. d. Ph. Th. IV. S. 188.

Digitized by Google

No.	Breite	Länge	Monat	spec. Gew.	Beobachter
1	75°54	65°32 W.	—	1,00000	Ross
2	80 28	10 20 O.	—	1,00017	Franklin
3	79 56	11 30 —	21. Jul.	1,00060	Franklin
4	79 38	11 — —	Aug.	1,00015	Franklin
5	76 48	13 40 —	25. Mai	1,00235	Franklin
6	75 40	61 20 —	31. Juli	1,00015	Parry

Hierunter war No. 1 von einem Eisberge, 4 engl. vom Lande; No. 2 Wasser von der Oberfläche, als das vom Eise umschlossen war, und es zeigte nicht weni 0°,25 C. Wärme; No. 3 war von einem kleinen E (*floe*), welches 19 F. unter das Wasser heralging; No. von einem ungeheuern Eisberge; No. 5 wurde von einer nen Scholle Treibeis geschöpft, ungefähr 20 engl. Meile Spitzbergen, wo die Sondirung 600 Faden zeigte und die temperatur nur —1°,67 C. betrug; No. 6 endlich war vo Oberfläche frischen, nur ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll dicken Eise schöpft. Scoresby glaubt, dafs im Eise des Meeres, wenn es locker ist, kein Salz anwesend sey, aufser w Seewasser in seinen Poren zurückbleibt. Dennoch unter der sich das lockere Seewassereis von dem festern Süfsw eise und wird auch von den Seefahrern als solches schieden, welches kein trinkbares und welches trink Wasser liefert. Letzteres erhält man von dem Eise, we über die Oberfläche des Wassers hervorragt oder auch dem Wasser lange gefroren erscheint, ersteres von dem schen Eise. Das spec. Gewicht des Eises gegen Wasse 0° C. setzt Scoresby[1] im Maximum auf 0,925 und im nimum auf 0,915, im Mittel also = 0,92, so dafs im Wasser der hervorragende Theil zu dem eingesenkten sich 1 : 11,5 verhält, gegen Seewasser von Spitzbergens Küst 1°,67 C. Temperatur ist dasselbe jedoch 0,894 bis 0,900 das Verhältnifs des hervorragenden Theils zum eingese wie 1 : 8,2. Das Gewicht eines Kubikzolls dichten Eise trägt 231,5 Grains, ein gleiches Volumen von Seewasser dem grönländischen Meere, dessen spec. Gew. bei 60 (15°,56 C.) = 1,0264 ist, wiegt bei 0° C. 259,58 G

1 Vergl. Tagebuch einer Reise auf den Wallfischfang. Ueb Kaies. Hamb. 1825. S. 410.

in ist das Verhältnifs 8,97 oder nahe 9:8. So bedeutend jens die Unterschiede unter den verschiedenen Sorten des oder minder blasigen, festeren und lockeren Eises seyn n, so darf man doch wegen der sorgfältigen Genauigkeit genannten Beobachters dieses gefundene Verhältnifs als mittleres sehr richtiges annehmen.

Ueber die Frage, wie hoch das Polareis hinaufreiche, ob r den Polen offenes Meer, Eis oder Land sey, ist bereits n[1] geredet worden und bei der speciellen Untersuchung Temperatur auf der Oberfläche unserer Erde mufs noch ein- davon gehandelt werden, weswegen ich diesen Gegen- nd hier übergehe.

H. Durchsichtigkeit und Farbe des Meeres.

51) Das Meerwasser ist im allgemeinen und bei der Abenheit trübender Substanzen sehr klar, so dafs der Ver-, welchen das durchfallende Licht bei geringer Dicke der ebenen Schicht erleidet, kaum oder mindestens nicht auf- end bemerkt wird und dasselbe daher in geringen Mengen, B. in Trinkgläsern, als völlig durchsichtig erscheint. Ei- er Lichtverlust mufs aber nothwendig statt finden und Bou- er[2] setzt diesen für eine Schicht von 10 Fufs Dicke = 5:3 r = 50:35, woraus er dann folgert, dafs das Meer in Fufs Tiefe ganz undurchsichtig sey. Hiermit stimmen ganzen Lambert's[3] Angaben überein. Inzwischen zeigt Seewasser eine ungleiche und zuweilen sehr überraschen- Durchsichtigkeit, die mir eine Folge der Ruhe und des raus hervorgehenden Niederfallens der durch die Wellen bst aus bedeutender Tiefe aufgerührten und weithin fortge- ten, verunreinigenden Bestandtheile zu seyn scheint. Diese ache mag mitwirkend seyn, dafs das Meer unter niederen iten weit durchsichtiger ist, als unter höheren, hauptsäch- h wenn es zwischen und neben den Inseln vorzüglich ru- g ist, indem dort die Stürme zwar aufserordentlich heftig, zu-

1 S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 1113.
2 Traité d'Optique sur la gradation de la lumière. p. 65.
3 Photometria §. 468.

Digitized by Google

gleich aber selten sind. Die Klarheit des Meerwasse
den westindischen Inseln fand schon Columbus auff
Schöpf[1] aber wurde dadurch entzückt, dafs er den
Boden bis auf 60 Fufs Tiefe erkennen konnte. Das
worin man fährt, sagt er, schwebt über einer krysta
Flüssigkeit und scheint in der Luft zu hängen, so daf
Ungewohnten leicht schwindelt. Auf dem reinen Sand
Bodens sieht man unter sich tausenderlei Gewürm, S
Seesterne, Schnecken und vielartige Fische von so sc
Farben, als man bei diesen Thieren in Europa kaum de
findet. Brennendes Roth, reinstes Blau, Grün und Gelb
seln, man schwebt über ganzen Waldungen von Seepfl
Gorgonien, Korallen, Alcyonen, Flabellen und Schwam
wächsen, die durch ihr Farbenspiel das Auge nicht m
ergötzen und von den Wellen ebenso sanft bewegt w
als die schönste Vegetation eines blumenreichen Gefilde
der Erde. Zugleich täuscht sich das Auge über die
indem man glaubt, Pflanzen mit der Hand pflücken zu kö
die mit einem zehn Fufs langen Ruder nicht erreichbar
Nach Horsburgh[2] sieht man dort den Meeresboden
deutlich in einer Tiefe von 15 bis 20 Faden, wenn e
vielfarbigen Corallen oder aus Sand mit Corallen gem
besteht. In verschiedenen Theilen des indischen Meeres
terscheidet man den Grund noch tiefer, z. B. bei Mindo
kannte er die gefleckten Corallen in 25 Faden Tiefe. Au
Schiffe Coquille wurden eigends Versuche über die D
sichtigkeit des Meerwassers an verschiedenen Orten ange
die darin bestanden, dafs ein weifses Bret in horizontaler
an Schnüren herabgelassen und dann die Tiefe gemessen
de, wo es aufhörte sichtbar zu seyn. Dieses fand stat
der Insel Waigion in 59 Fufs Tiefe und bei ganz hei
Himmel in 75,3 Fufs, bei Port-Jackson in 38,3 Fufs,
Neuseeland in 35 Fufs und bei Ascension zwischen 28 un
Fufs Tiefe. Noch auffallender aber ist, dafs Wood 167
Tiefe der See bei Nova-Zembla 80 Faden fand und
noch nicht blofs den Boden, sondern selbst auf dem Gr

1 Taschenbuch d. Reisen von Zimmermann.

2 Journ. of the Roy. Inst. N. XLIII. p. 224. Vergl. G. XX
51.

ende Muscheln sehen konnte[1]. Aus dieser grofsen Trans-
nz des Seewassers ist erklärlich, dafs die convexen Lin-
läser der Taucherglocken in 25 Fufs Tiefe noch als Brenn-
en wirken, weil ungeachtet der Absorption des Lichtes
ch das Wasser immer noch genug vorhanden ist, um zu
em erhitzenden Focus vereinigt zu werden.

52) Die Farbe des Meeres wird verschieden bezeichnet,
ist nicht stets gleich, man hat sich vielfach bemüht, die
ränderlichkeit derselben zu erklären, allein bis jetzt ist die-
noch nicht vollständig gelungen, so dafs einer der ge-
eglesten Beurtheiler dieser Sache, Al. v. Humboldt, ob-
ich als eigener Beobachter und mit hinlänglichen theoreti-
en Kenntnissen ausgerüstet, das Problem für ein schwieri-
s und noch nicht vollkommen gelöstes erklärt. Handelt es
h zuvörderst um die Farbe des Meeres im Allgemeinen und
ne Einflufs irgend bedingender Umstände, so ist das See-
sser nach Scoresby[2] ebenso klar und durchsichtig, als das
reinsten Quellen, und blofs bei hinlänglicher Tiefe tritt
e bestimmte und unveränderliche Farbe hervor, nämlich
tramarinblau, die nur sehr wenig von der der reinen At-
osphäre verschieden ist und dadurch entstehn soll, dafs die
ffallenden Lichtstrahlen verschluckt, die blauen aber zurück-
worfen werden. Um hierüber sicherer zu urtheilen und die
uschungen zu entfernen, die durch den Einflufs der Son-
nstrahlen und der Wolken erzeugt werden, soll man das
er durch ein langes, inwendig geschwärztes Rohr betrach-
, welches bis fast zur Oberfläche hinabreicht, um die seit-
irts einfallenden Lichtstrahlen abzuhalten, die Täuschungen
ranlassen, und dann werde man die eigentliche blaue Farbe
r See genau wahrnehmen. V. Humboldt[3] stimmt hiermit
gewisser Beziehung überein. Zur Messung der Farbe des
eans bediente er sich des *Kyanometers*[4], obwohl die Farbe
Meeres meistens grün ist, blofs um die Tiefe der Fär-
ng zu vergleichen, und er fand bei schönem, heiterem Wet-
die Tiefe dem 33sten, dem 38sten, selbst dem 44sten

1 Scoresby Account T. I. p. 181.
2 Account of the Aretic Regions. T. I. p. 173 ff.
3 Reisen. D. Ueb. Th. I. S. 384.
4 S. *Kyanometer*. Bd. V. S. 1367.

Digitized by Google

Grade jenes Instrumentes gleich, ungeachtet das Himm
wölbe sehr blafs war und kaum den 14ten oder 15ten
erreichte. Es heifst dann weiter: „Wenn man, sta
„Kyanometer gegen eine grofse Fläche des offenen Mee
„richten, die Augen auf einen kleinen Theil der Ober
„durch eine enge Oeffnung heftet, so erscheint das Wasse
„einer prächtigen Ultramarinfarbe."

Hier hätten wir also zwei gewichtige Zeugnisse, u
liefsen sich deren noch eine Menge sonstige beibringen,
nach das Meerwasser blau und obendrein dunkler, als das
melblau, nämlich ultramarinblau seyn soll. Es würde
nicht schwer seyn, gewichtige Zeugnisse auch dafür aufz
den, dafs die Farbe des Meeres grün sey, denn man ha
gar den Ausdruck meergrün, eine nach dem Aussehn
Meeres bezeichnete Farbe, und ich selbst gestehe, daf
nach eigener Ansicht eher grün als blau zur Bezeichnung
Farbe des Meeres wählen würde. Für die blaue Farbe
scheidet allerdings der Umstand, dafs dicke Stücke Eis
eine schwach bläuliche, als eine grünliche Farbe zeigen,
lein der bekannte Versuch Halley's[1], welcher in der
cherglocke das reflectirte Licht rosenroth sah, deutet auf G
und zwar eigentliches Grün, dessen complementäre Farbe
senroth ist. V. Humboldt selbst sagt: „wenn gegen A
„der von der Sonne erleuchtete Rand der Wellen smar
„grün glänzt," und weiterhin erklärt er sich entschieden
gegen, die grüne Farbe des Wassers von den gelben Stra
des Bodens und den durch das Wasser zurückgeworfenen bl
abzuleiten, wie man versucht hat[2], denn, sagt er: „das M
„ist oft auf offener See grün, wo es über 800 Toisen T
„hat," auch nennt er die Farbe des Eises in grofsen Ma
schön bläulich grün, und man könnte sonach auf die Aut
tät dieses berühmten Naturforschers gestützt das Meerwa
mit ebenso vielem Rechte grün, als blau nennen. Nach
Davy[3] hat auch das reinste Wasser der Gletscher, wenn

1 Newton Optice. Lib. II. P. 1. prop. 10.

2 Décade égyptienne T. I. p. 101.

3 Edinb. Journ. of Science N. XVIII. p. 324. Daraus Wie
Zeitschr. Th. V. S. 524. Vergl. Davy's Salmonia or Days of Fly-Fish
Lond. 1828. 8. Biblioth. univ. T. XI. p. 114.

Eise eingeschlossen durch nichts getrübt ist, eine schwach melbläuliche Farbe, welche in den Seen und Flüssen ch Beimischung gelblicher Pflanzen- und erdiger Theile n wird, und so müfste auch das Seewasser durch die vie- in ihm befindlichen Theile aus allen drei Naturreichen eine nliche Farbe annehmen; auf jeden Fall aber wäre eine sol- e Färbung, wollte man sie als blau oder als grün bezeich- n, viel zu schwach, um die Tiefe der Färbung des Meeres aus genügend zu erklären, um so mehr, als nach dem, was en über die Durchsichtigkeit desselben gesagt worden ist, die zunehmender Tiefe, bis zum Verschwinden alles durchge- nden Lichtes gesehenen weifsen und beliebig gefärbten Ge- nstände die Farben des Meeres nicht annehmen, wie noth- ndig geschehn müfste, wenn dieses den hierzu erforderli- en Grad der Tiefe hätte.

53) Wenn ich alles dieses und besonders das so eben an- führte unwiderlegliche Argument berücksichtige und zugleich eigene mehrfache Beobachtungen baue, so komme ich stets eder auf dasjenige zurück, was ich hereits wiederholt ge- fsert habe[1]. Hiernach ist das Wasser der Seen und des eeres allerdings etwas wenig grün gefärbt, letzteres mehr als steres, und wenn man daher dasselbe vom Ufer oder von nem Schiffe aus ohne den Einfluſs sonstiger Bedingungen be- *chtet*, so dafs das tiefer eingedrungene und reflectirte Licht n Auge gelangt, so erkennt man leicht diese schwache ulich-grüne Färbung. Allein nur selten ist dieses der Fall; n wenn man dasselbe aus gröfserer Ferne sieht, indem die ne Färbung bedingenden Umstände fast nie fehlen, so nimmt n in der Regel einen vielfachen Farbenwechsel bei den rschiedenen Theilen desselben und in ungleichen, nicht weit einander liegenden Zeiten wahr. Das bloſs von der Ober- che zurückgeworfene Licht ist weifs und meistens blendend; trübem Himmel oder bei überall vorhandenem wenigem ht dagegen ist das Meer, als spiegelnd und wenig Licht lectirend, dunkel. Ueberhaupt erscheint es daher zu der mlichen Zeit an verschiedenen Stellen je nach der gröfsern er geringern Menge des reflectirten Lichtes heller oder dunkler.

1 Vergl. *Atmosphäre*. Bd. I. S. 500. und die Nachträge im Art. *eorologie*. Dann Art. *See*.

Gespiegelte Gegenstände behalten ihre natürliche Farbe; gens aber sind die blaue und die grüne Farbe vorherrs in verschiedenen Abstufungen vom Hellsten bis zum D sten, so dafs namentlich der Anblick etwas hoher und schlagender Wellen mit ihren weifsen Kämmen an de schatteten oder nur minder erleuchteten Stellen ein tiefe Schwarze übergehendes Blau erzeugen, welches von he ins Röthliche spielenden Stellen begrenzt ohne Zweife Griechen Veranlassung gab, das Meer purpurn zu n Die Beobachtung ergiebt, dafs diese Färbung vom Stan Sonne und der Intensität ihres Lichtes, von der Far Himmels und der Wolken und von dem Einflusse des tes anderweitiger verschieden erleuchteter Gegenstände a Auge abhängt, weswegen ich geneigt bin, sie ganz oder destens gröfstentheils für subjectiv zu halten. Das hell weifse, ins Gelbe durch seine Intensität spielende Ta giebt in dem schwachen reflectirten Lichte das Blau h stechend, welches durch den starken Reiz des rothen L mit Unterstützung der schwachen Farbe des Meeres selb Grün erzeugt, wodurch die Hauptsache erklärt ist, die Uebergänge aus dem Helleren ins Dunklere und u kehrt aus der Theorie der subjectiven Farben von folgen.

Die Angaben v. Humboldt's stimmen mit dieser sicht sehr wohl überein. Wäre die Farbe, in welche Meer uns erscheint, geradezu die Folge einer eigentl Färbung, so könnte es unter verschiedenen Bedingungen heller oder dunkler, aber es könnte nicht anders gefär scheinen. Scoresby nennt das Meer ultramarinblau, und Widerrede zeigen sich oft beim Wellenschlage einzelne len in wenigem Lichte, wenn andere in der Nähe star leuchtet sind, tief indigoblau; aber warum kommt diese nicht zum Vorschein, wenn das Licht bis 100 Fufs tie einen weifsen Boden fällt und von diesem reflectirt zum gelangt, mithin im Ganzen durch eine 200 Fufs dicke Sc gedrungen ist? Hier haben wir den nämlichen Fall al der Atmosphäre, die uns bei gröfster Reinheit tief blau, schwarz, erscheint, ohne dem von einer meilenweit ent ten weifsen Wand reflectirten Lichte die schwächste Spu ner blauen Färbung mitzutheilen. V. Humboldt deutet gl

diese Hypothese an, indem er sagt, dafs einige Gelehrte, La Hire[1] und v. Goethe[2], das Blau des Himmels als Schwarz des Raumes, getrübt durch Dünste, betrachten dafs sie diese Erklärung auch auf die blaue Farbe des ... anwenden könnten; allein die Aehnlichkeit beider Erscheinungen abgerechnet dürfte diese Theorie jetzt schwerlich ... Beifall finden. Nach v. Humboldt sind die Meere der ... von einem reinern und stärkern Blau, als die Meere ... Breiten, ein Unterschied, welcher sich nament... den Golphstrome wahrnehmen läfst. Auffallend findet ... ferner die schnellen Veränderungen, welche die Farbe ... Meers bei heiterem Himmel und ohne den geringsten ... in der Atmosphäre erleidet, indem mitten im weiten ... des Aequinoctial-Oceans die indigblaue Farbe des... ins dunkelste Grün und von diesem in Schiefergrün ... Wenn aber ferner behauptet wird, die blaue Tinte ... Oceans sey vom Reflex des Himmels beinahe unabhängig, ... auch dann die blaue Färbung bleibt, wenn bei schö... Wetter mehr als vier Fünftheile des Himmels mit leich... Wolken und zerstreuten Wolken bedeckt sind, so läfst ... wohl zunächst nur daraus erklären, dafs in jenen ... Gegenden bei grofser Reinheit der Atmosphäre die ... des Lichts nur wenig durch das leichte Gewölk, der ... Ausbreitung ungeachtet, geschwächt wird; denn Sco... sagt dagegen, dafs ein bedeutender Theil der Färbung ... Meeres auf Täuschung beruhe[3] und vom Einflusse der ... sowohl als auch der Färbung der Wolken abhänge, so ... von der Ferne gesehn, die Farbe des Meeres mit der der ... wechselt und selbst leichte Wolken eine bräunliche ... schwärzliche Färbung erzeugen. Im Ganzen erstreckt sich ... dieser Einfluss vorzüglich nur auf einen Wechsel der ... oder hellern Färbung, indem das eigentliche Blau des ... unter allen Umständen, bei Windstille und Sturm, ... oder trübem Wetter, Reinheit oder Bedecktheit des ... bleibt. Diese Behauptung würde jedoch mit den ... aller andern Beobachter im Widerspruch stehn,

1 Mm. de l'Acad. T. IX. p. 615.
2 Farbenlehre. Bd. I. S. 59.
3 Dieses sagt wohl nichts anderes, als sie sey subjectiv.

Digitized by Google

wenn man vergäfse, dafs hier blofs von der durch ein geschwärztes Rohr wahrgenommenen Farbe die Rede i

54) Das schöne tiefe Blau des atlantischen und Meere wird blasser, wenn die Tiefe des Meeres in d der Küsten abnimmt, theils weil dann die Reinheit ist, theils weil mehr weifses Licht von dem Grunde wird, und die Seefahrer beachten daher den Farbenwe unbekannten Meeren, um Untiefen oder Strömungen da zunehmen. Das Wasser der Nordsee hat einen grü Schein, wie schon Pontoppidan bemerkte, vermut Folge geringerer Reinheit, und überhaupt wird die Fa Meeres an einzelnen Stellen, namentlich unweit der M gen grofser Flüsse, durch mancherlei Ursachen bedingt. sah einst in der Gegend von Sumatra die See röthlich was bei näherer Untersuchung sich als eine Folge vo tabilischen Stoffen zeigte, die aus den Wäldern herbe waren. In andern Fällen erhielten einzelne Striche de res eine rothe Färbung durch kleine Thiere, die für gehalten wurden. Ueberhaupt aber sind Trübungen u bungen einzelner Parthieen im Meere, wenn sie noch drein bald vorübergehn, meistens an sich so unbedeut aus nahe liegenden Ursachen so leicht zu erklären, d Seefahrer es nicht für der Mühe werth halten, vor Aufmerksamkeit darauf zu richten und die Thatsache n zuzeichnen. Scoresby[2] erwähnt von seinen vielen S nur eine einzige, ihm wiederholt vorgekommene, höchst würdige, partielle Färbung. Hiernach ist das grönlä Meer gewöhnlich ultramarinblau, an einzelnen Stelle olivengrün und auffallend undurchsichtig. Schon H machte 1607 die Bemerkung, dafs das Wasser jener M den vom Eise freien Stellen diese Farbe häufig habe, war das Zusammentreffen der Färbung und des Freiseyn Eise nur zufällig, indem das olivengrüne Wasser wo vierten Theil des grönländischen Meeres zwischen den lelen von 74° und 80° einnimmt, wobei die Lage jedo der Veränderung der Strömungen wechselt. Oft bildet

1 Schwed. Abhand. Th. XXXVII. S. 174.

2 Account of the Arct. Reg. T. I. p. 178. Vergl. Tageb. S. 340.

...grüne Wasser nur einzelne Streifen, zuweilen aber ...t es den Raum zwischen zwei bis drei Breitengraden in ... Länge ein, bei einer Breite von zwei bis 10 oder gar ...eemeilen. Zuweilen geht die gewöhnliche blaue Farbe ...Meeres durch allmälige Abstufungen in die olivengrüne, ... auch grasgrüne durch allmälige Abstufungen über, zu... aber sind die Grenzen beider scharf abgeschnitten. Bei ...Untersuchung der färbenden Substanz dieses Wassers, die ... Menge auf dem Eise abgesetzt wurde, fand Sco... vermittelst eines Mikroskops kleine Thierchen, zum ...lechte der Medusen gehörig, aus halbdurchsichtigen Kü... mit Flecken bestehend und $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ Zoll im Durch..., außerdem aber kleine fadenförmige Substanzen, von ... Länge eines Punctes bis zu einem Zehntel eines Zolles ... aus mehrern Gliedern zusammengesetzt, deren Zahl ihre ... bedingte, während ihr Durchmesser nur etwa $\frac{1}{300}$ Zoll ... Letztere waren dunkler gefärbt, es ließ sich jedoch ... unterscheiden, ob sie lebten oder nicht. Die Zahl der ...sen, welche jene Streifen färben, beträgt in einer ein... engl. Kubikmeile nach Schätzung zum mindesten 24 Bil... und geht also ganz über die Möglichkeit der Vorstel... hinaus, aber noch mehr ist dieses der Fall, wenn man ...denkt, daß diese gefärbten Streifen im Ganzen eine Aus...ung von 20 bis 30 Tausend engl. Quadratmeilen haben. ... diesen Medusen entdeckte Scoresby in dem Wasser ... Spitzbergen unter 77° 30′ N. B. noch drei verschie... Species kleiner Thierchen, die sehr lebendig, aber mit ...waffneten Augen nicht unterscheidbar waren, und sein ...ter Sinn leitet ihn zu der allerdings nahe liegenden Be...ung, wie doch die Allmacht des Schöpfers eine solche ...liche Menge lebender Wesen in jene öden Gegenden ...ingen wußte, von denen verschiedene Species größerer ...sken sich nähren, die den riesenhaften Wallfischen zur ...ung dienen.

Zuweilen ist die Ursache, die eine Färbung des Seewas... bewirkt, nicht aufzufinden. So erzählt James Prior[1], ... eines Abends in der Nähe des Aequators unweit Galega

[1] Beschreibung einer Reise in das indische Meer. Weim. 1819. ...117 u. 152.

das Meer plötzlich weifs wie Milch oder Kalkwasser er
ohne dafs sich der Grund dieser Veränderung angeben
denn in dem geschöpften Wasser fand man nichts andet
einen durchscheinenden, faserartigen Stoff. Manche Far
des Meeres werden durch kleine Thierchen oder anim
Secretionen erzeugt, die sich über bedeutende Strecke
breiten, in den heifsen Zonen am häufigsten sind und bei
einen phosphorischen Schein geben. So sah Finlayson
in der Nähe von Prince-Walesinsel das Meer mit eine
nen Schleime bedeckt, welcher bei Nacht leuchtete,
Tuckey[2] fand nach der Umsegelung von Cap Palmas im
busen von Guinea, dafs das Meer eine weifsliche Far
nahm, und zwar stets mehr, je näher man zur Prinzeninse

I. Leuchten des Meeres.

55) Das Meer zeigt namentlich beim Schlagen der
oder in den Furchen der Schiffe so allgemein leuchtende
und Streifen, dafs diese Erscheinung unter niederen B
z. B. im mittelländischen Meere und an den Küsten vo
tugal und Spanien, schon in den frühesten Zeiten a
mufste, und es bezieht sich daher wohl nur auf die
und Ausdehnung dieses Phänomens, wenn Athan. K
angiebt, dafs Amerigo Vespucci dasselbe zuerst wahrg
men habe. Robert Boyle[3] sammelte viele Nachrichten
über von den Schiffern und machte diese bekannt, n
aber, bis auf die neuesten Zeiten herab, theilten eine
ge von Seefahrern ihre Beobachtungen hierüber mit, u
men im Ganzen darin überein, dafs der Lichtschein vo
nen phosphorescirenden Thierchen oder von faulenden
schen Substanzen herrühre. So meinte Bourzes[4], w
auf seiner Reise nach Indien viele Beobachtungen darüb
stellte, eine fette, klebrige Materie, vermuthlich ein P
der Fäulnifs, sey die Ursache des Leuchtens. Gleicher M
war Canton[5], indem er sich auf die Wahrnehmung

1 Voyage to Siam and Hué. 1821 u. 22. p. 53.
2 G. LXI. 318.
3 Works. T. III. p. 804.
4 Lettres édifiantes. T. IX. Par. 1780.
5 Phil. Trans. T. LIX. p. 446.

Digitized by Google

...fische und das Wasser, worin sie sich befinden, beim ...ge der Fäulniſs phosphoresciren. Die meisten Naturfor... fanden jedoch bald, daſs die leuchtende Substanz zur ...welt gehöre, und ihre Untersuchung war hauptsächlich ...darauf gerichtet, die eigenthümlichen Thierarten kennen ...lernen, die das Leuchten verursachen; Le Roi[1] hielt die ...ganzen, die das Schiff bei Tage in die Höhe warf und ...bei Nacht den leuchtenden Schein gaben, deswegen ...für Thiere, weil er sie, mit einem Tuche aufgefangen, ...und ohne Merkmale thierischen Lebens fand. Vianelli[2], ...Baker[3], Nollet[4], Fougeroux de Bondaroy[5], Forskål[6], ...Ellis[7], Donati[8], Riville[9] und andere glaubten die ...Ursachen zu erkennen, die das Leuchten bewirken, und be... schrieben die verschiedenen Arten derselben, Bajon[10] suchte ...die Ursache in der Reibung der Wassertheilchen und Cou... lomb[11] in gewissen allgemeiner verbreiteten phosphori... schen Substanzen. Forster[12], ein fleiſsiger Beobachter, un... terschied drei Arten des Leuchtens, zuerst dasjenige, wel... ches einigen Wellen in der Nähe der Schiffe wahrgenom... men wird und ihm elektrischer Natur zu seyn scheint, dann ...während langer Windstille und bei heiſsem Wetter statt ...findet, weit verbreitetes, nach seiner Ansicht phosphori... sches Leuchten der See und endlich das in einzelnen Funken ...sichtbar werdende Leuchten kleiner Thierchen.

Das Leuchten des Meeres ist nicht bloſs der Stärke ...nach verschieden, sondern zuweilen der ganzen Art nach, und

---

1) Mém. prés. à l'Acad. T. III.

2) Nuove scoperte intorno alle luci noturne dell' acqua marina. ...

3) Observations sur la scolopendre marine luisante. Venise ...

4) Mém. de Par. 1750.

5) Mém. de Paris 1767.

6) Neuere Reise nach Arabien. Th. I. S. 7.

7) De luce animalium.

8) Auszug s. Naturgeschichte d. adriatischen Meeres u. s. w. Halle ...

9) Mém. prés. T. III.

10) Journ. observat. T. III. p. 104.

11) Ebend. T. V. p. 451.

12) Bemerk. S. 52 ff.

Digitized by Google

man könnte allerdings die von Forster angegebenen drei
ten als statt findend annehmen, jedoch reduciren sie sich
muthlich nur auf zwei, obgleich es schwer hält, die vers
denen Aussagen übrigens glaubhafter Zeugen zu verein
Der Lichtglanz, welcher nach der Erzählung von Labil
dière[1] einst sein ganzes Schiff einhüllte und nicht so
aus dem Meere, als vielmehr aus der Luft zu kommen sc
mag allerdings elektrischen Ursprungs gewesen seyn. U
achtet jedoch dieser Reisende der Elektricität einen Ei
auf das Leuchten des Meeres beimifst, beschreibt er den
das eigentliche Phänomen in seiner gröfsten Stärke, wenn
ganze Meer feurig erscheint, wenn die Furche des Sch
und die Wellen leuchten, ganz so, wie die übrigen Seef
dasselbe in den Meeren der heifsen Zone beobachtet hi
und leitet es von zahllosen leuchtenden Thierchen ab.
auffallender und dem oft beobachteten Leuchten des M
zwar näher kommend, aber doch nicht völlig gleichend
das von Le Gentil[2] beschriebene Phänomen. Im Canal
Mozambique schien einst in einer stürmischen Nacht das
überall in Feuer zu stehn. Das grofse Focksegel warf
diesem Leuchten einen Widerschein zurück, als wenn
Menge Lampen dasselbe bestrahlten. Auf der Spitze des
fsen Mastes zeigte sich das Elmsfeuer und nach der Ve
cherung der Seeleute soll das Meer in dieser Gegend
glühn, wie denn überhaupt ein solches Leuchten im indis
Meere weit häufiger sey, als jenseits des dreifsigsten Brei
grades auf beiden Hemisphären. Das Leuchten des Me
zur Zeit der herrschenden Orkane schien ihm stets ein
bote bevorstehender Wetterveränderung zu seyn und erfü
ihn daher mit Furcht. Da es ihm nicht gelingen wollte,
dem geschöpften Wasser mit dem Vergröfserungsglase Kö
zu entdecken, die als Ursache dieser Erscheinung gelten ko
ten, so ist er geneigt, das erzeugte Licht für elektrisch
halten. Inzwischen giebt es andere Erscheinungen, welche
hier mitgetheilten mindestens nahe kommen und bei denen
schwer fällt zu bestimmen, ob sie nicht ganz oder mindest
zum gröfsten Theile phosphorischer Natur sind. Das auf

1 Reise nach dem Südmeere. Th. I. S. 42.
2 Reise. Th. I. S. 686.

lste Beispiel dieser Art kennen wir aus dem Berichte des
itains Bonnycastle, welcher das Phänomen in der St.
enzbay beobachtete[1]. Es war am 26. Sept. um 2 Uhr
gens, als er selbst vom Unterschiffer, der gerade die
che hatte, mit grofsem Lärm geweckt wurde, wegen ei-
ungewöhnlichen Erscheinung, die sich unter dem Winde
ge. Die Nacht war sternhell, doch plötzlich wurde der
mel in der Richtung nach dem Hochlande von Cornwal-
mit Wolken bezogen und ein rasches, augenblickliches
d erstaunlich glänzendes Licht, einem Nordlichte ähnlich,
ofs von dem bisher dunkeln und schwarzen Meere an der
eite auf, von solcher Lebhaftigkeit, dafs es jeden Gegen-
nd, selbst bis zur Spitze des Mastes, beleuchtete. Der
das Rufen herbeieilende Steuermann legte das Steuer bei,
die Mannschaft, und man zog die Segel ein. Das Licht
tete sich dann über die ganze See zwischen beiden Ufern
und die Wellen, vorher ruhig, begannen in Bewegung zu
men. Bonnycastle beschreibt die Scene als eine lo-
nde Flamme eines furchtbaren und äufserst glänzenden Lich-
Eine lange und lebhafte Lichtlinie, glänzender als die
n Schiffe entferntern Stellen, liefs die Basis des seitwärts
genden unfreundlichen und schwarzen Landes erkennen, die
ft wurde düstrer und aufserordentlich dunkel. Lange ge-
ndene Lichtlinien zeigten auf der Landseite eine aufseror-
tliche Menge grofser Fische umherschiefsend, als wären sie
fürzt über das ungewöhnliche Schauspiel. Der Bogsprit und
Hintermast waren vom Wiederschein so erhellt, als ob
lichter gerade unter ihnen brennten, und bis vor Tagesan-
ch um 4 Uhr waren die kleinsten Gegenstände an einer
r deutlich zu erkennen. Der Tag brach langsam an, die
me ging feurig auf und später erfolgte Regen. Ein Eimer
sser, den man während der Dunkelheit heraufgeholt hatte,
gte mit der Hand umgerührt eine zusammenhängende Feuer-
se, nicht einzelne Funken, wie sonst gewöhnlich, sondern
wirkliches Glühen, und ein Theil desselben, in einem Kru-
aufbewahrt, behielt seine leuchtende Kraft sieben Nächte
durch. In der dritten Nacht später erschien das Leuchten

3. Journ. of the Roy. Inst. Oct. 1830. p. 194. Sillimann Amer.
rn. XVIII. p. 187.

Digitized by Google

der See abermals vorzüglich lebhaft und wurde noch sch
durch ein vom Hintertheile des Schiffes aus nachgezo
Seil. An diesem Tage zeigte die Sonne beim Untergehe
doppeltes Bild und wurde wenige Grade über dem Horizon
einen langen Cylinder verwandelt; in den folgenden Nach
das Leuchten der See ebenso stark, als das erste Mal.

Wenn man voraussetzt, dafs diese Beschreibung
übertrieben, wenn gleich mit lebhaften Farben aufgetrage
so läfst sie es kaum zweifelhaft, dafs der Zustand und
Veränderungen der Atmosphäre als mitwirkend bei dem
nomene zu betrachten sind, ohne dafs jedoch bestimmte T
sachen auf einen elektrischen Einfluss oder gar auf ein
trisches Leuchten schliefsen lassen. Das plötzliche Eint
des starken Lichtglanzes um zwei Uhr in der Nacht st
nicht gegen die Phosphorescenz, denn diese konnte durch
Emporkommen der leuchtenden Substanz aus der Tiefe
dingt seyn. Auf jeden Fall war eigentliche Phosphores
die Hauptsache, denn sonst hätte das geschöpfte Wasse
Eimer den Lichtschein nicht in solcher Stärke zeigen und
so lange Zeit beibehalten können. Für Phosphorescenz
auch Bonnycastle das erzeugte Licht, jedoch ist er nicht
neigt, dasselbe lebenden Thieren zuzuschreiben, sondern
es von einer phosphorischen Zusammensetzung herleiten,
plötzlich aus dem Wasser entwickelt und über die Oberfl
verbreitet werde und deren Ursprung aus thierischen Ue
resten und Secretionen der Fische abzuleiten sey, mit be
gendem Einflusse der im Seewasser befindlichen Salze.

57) Wahrscheinlich war dieses ungewöhnlich starke Leu
ten nur eine verstärkte Erscheinung der Art, wie sie
zeigt, wenn eine aufserordentliche und ganz unglaubli
Menge derjenigen Thierchen, welche das Phosphoresciren
Meeres bewirken, sich über bedeutende Strecken der Meer
oberfläche verbreitet. Ein ähnliches Phänomen nahm a
Finlayson[1] in der Nähe von Prince-of-Wales-Insel wa
als eine solche Menge der kleinen Seethierchen in der U
gebung des Schiffes die Meeresfläche bedeckte, dafs sie
einem grünen Schleime überzogen zu seyn schien, wie bere
erwähnt worden ist. Bei Nacht leuchtete dieser und die Unt

1 Voyage to Siam and Hué in the Years 1821—22. p. 33.

Digitized by Google

...ung ergab, dafs er aus kleinen Thierchen bestand, von ...Gröfse eines Stecknadelknopfes, die auf die Hand gelegt ...n ein bis zwei Secunden lang sich schnell bewegten, dann ...r sich nicht mehr bewegten und hiermit zugleich erloschen. ...einer solchen allgemeinen und ausgebreiteten Phosphor... erscheint die Oberfläche des Meeres nach vorausgegan... Schwärze oft plötzlich milchweifs. So sah einst Go... DE RIVILLE[1], dafs das Meer an der Küste von Mala... ...Ansehn einer beschneiten Oberfläche annahm, und eine ...Erscheinung in demselben Meere nahm HORSBOURGH[2] ...Um Mitternacht, als der Himmel mit Wolken bedeckt ...See sehr finster war, wurde sie rings umher gleich... weifs und gleichsam flammend, ohne die einzelnen ...und Lichtstreifen, die zum Leuchten des Meeres ...von ihm unter der Linie vielfach beobachtet worden waren. ...Phänomen dauerte ungefähr zehn Minuten und soll sich ...der Molucken häufig zeigen. MACARTNEY[3] selbst sah ...der englischen Küste bei Herne-Bay einst im September ...leuchtenden Streif von 18 F. Breite, welcher vom Ufer ...und sich bis 1,5 engl. Meilen weit in die See er... Das hiervon verbreitete Licht war so stark, dafs ...einen in einiger Entfernung stehenden Menschen genau er... konnte; es dauerte aber nur 4 bis 5 Minuten lang. ...Wundarzt LANGSTAFF erzählte, dafs er dieses Phänomen ...der Fahrt von Neuholland nach China wahrgenommen ...habe. Nach Sonnenuntergang wurde das Meer plötzlich weifs ...Milch und das Schiff schien sich über beschneietem Eise ...zu befinden. In dem geschöpften Wasser entdeckte man eine ...unzählbare Menge leuchtender Kugeln von der Gröfse eines ...Stecknadelknopfes, die an einander hängend Ketten von höch... drei Zoll Länge bildeten, mit der Hand geschöpft diese ...leuchtend machten, bei der Trennung der Finger von einander ...getheilt wurden, aber einander genähert wie Quecksilberkü... sich wieder vereinigten. Beim Lichte waren sie so ...durchscheinend, dafs man sie nicht erkannte, und beim Mond-

1 Mém. des Sav. étrang. T. III.

2 MACARTNEY in G. LXI. 23.

3 Observations on luminous animals in Phil. Trans. 1812. Bibl. Août 1812. Août. p. 301. Mit begleitenden Anm. von TILESIUS in G. LXI. 1 ff.

Digitized by Google

schein nahm das Meer seine gewöhnliche dunkle Farbe
der an. Macartney hält diese Thierchen für Medusen,
lesius dagegen für Salpen. Auch Diquemare[1] sah 1775
Hafen und die Umgegend von Havre mit einer zahllosen,
der Oberfläche des Wassers schwimmenden Menge kle
Thierchen bedeckt, deren Licht, wenn man von dem W
ser in einem Gefäfse schöpfte, selbst durch eine Wachsk
nicht ganz verdunkelt wurde.

58) Die so eben beschriebene Art des Leuchtens ist
jenige, welche Forster für eine phosphorische hielt,
Licht dagegen, welches die Wellen zeigen, wenn sie ge
die Wandungen des Schiffes schlagen, hielt er für elektrisch
und diese Ansicht hegte auch Le Gentil[2], so wie im G
zen auch Bajon[3], welcher Reibung als nothwendige Bed
gung jeder Art dieses Leuchtens betrachtete. Allerdings
dieses ein Beförderungsmittel der Lichtentwickelung, aber k
ausschliefsliches, und dafs Reibung des Wassers Elektric
erzeugen solle, wie J. Bressy[4] meint, ist nicht factisch
wiesen, aber auch selbst nicht einmal wahrscheinlich. N
Tilesius, v. Humboldt[5] und vielen andern ist das Leu
ten des Meeres in den heifsen Zonen ungleich stärker als
den kalten und überhaupt scheint Wärme ein Beförderun
mittel desselben zu seyn; Letzterer behauptet jedoch, d
Wärme und Kälte einen nur geringen Einfluss auf das Leu
ten haben, denn an den Küsten von Neufundland ist es
sehr stark selbst bei der strengsten Kälte. An den Küsten v
England beobachtete Macartney das Leuchten häufig u
anhaltend, Kalm[6] sah die Nordsee stark leuchten, und d
Lichtglanz theilte sich nicht blofs dem Verdecke des Schiffe
sondern auch einem Theile seines eigenen Körpers mit, als ei
Welle herüberschlug. Dafs die Ostsee leuchte, ist hinlänglic
erwiesen, ob aber das Meer unter hohen Breiten, namentlic
das grönländische, gleichfalls leuchte, darüber wagt Scoresby

1 Rozier Observ. T. VI. p. 319.
2 Voyage aux Indes T. I. p. 685 ff.
3 Rozier Observat. T. III. p. 104.
4 Essay sur l'électricité de l'eau. Par. an. 5.
5 Tableaux de la Nature. T. II. p. 80 ff.
6 Reise Th. I. S. 120.
7 Account of the Arctic Regions T. I. p. 181.

ist zu entscheiden, weil er niemals zu einer Zeit dort war, wo die Sonne unter den Horizont ging; jedoch hält er es für sehr wahrscheinlich, da die Thierchen, die den Lichtschein geben, sich dort in so grofser Menge befinden, dafs von dem Wasser eine grüne oder eine bräunlich grüne Farbe abgeben.

§§) Das Leuchten zeigt sich nach v. Humboldt mit überraschender Schönheit, wenn ein Schiff das Meer durchschneidet und die Wogen des Wassers vom Kiele aufwärts sich mit einem Lichtglanze bis zur Oberfläche erheben. Ueberhaupt erregt das Seewasser einen blitzähnlichen Schein, sobald es gegen irgend einen festen Körper stöfst, und wenn v. Humboldt nach einem Bade im Golf von Cariaco neben Cumana aus dem Wasser stieg, so blieb ein Theil seines Körpers leuchtend, weil die lichtgebenden Fibern auf der Haut festsitzen. John Lucock[1] beobachtete das Phänomen des Leuchtens häufig in der heifsen Zone. Zur Nachtzeit hat es in den Furchen der Schiffe die Gestalt glänzender Sterne oder runder Flecken von grüner Farbe, die oft acht Zoll Durchmesser haben. Sie schwimmen neben dem Schiffe in jedem Theile des Raums, den der Boden desselben berührt hat, bis an den äufsersten Rand des Kieles, und bilden hinter demselben einen langen leuchtenden Streif. Zu andern Zeiten, wenn die See hoch geht, wenn die Wogen sich brechen und schäumen, gleicht sie Licht ausloderndem Feuer, so weit das Auge nur reicht, und das Schiff scheint über Wogen flüssigen Feuers hinzufliegen. Ist der Himmel trübe, so bildet der Glanz des Wassers einen furchtbaren Contrast mit der schwarzen Wölbung über demselben. Das stark leuchtende Wasser scheint am Tage immer trübe, und bei genauerer Untersuchung zeigen sich Myriaden von halbkugelförmigen Körperchen, die zum Medusengeschlechte gehören. Reibung scheint dieses Phosphoresciren zu unterstützen und ist vielleicht wesentlich nothwendig. Im Canal und in der Nordsee findet das Leuchten blofs auf der Oberfläche statt, unter den Tropen aber auch in der Tiefe, wie man wahrnimmt, wenn gefangene Haifische mehrere Faden tief umhertoben; auch erzeugen schnell schwimmende Fi-

[1] Bemerkungen über Rio de Janeiro und Brasilien u. s. w. Uebers. von Leidenfrost. Weim. 1821. Th. I. S. 87.

sche eine leuchtende Furche auf gleiche Weise als die Sc
Ich selbst habe vom Phosphoresciren des Meeres nu
schwächsten Spuren gesehn, nämlich die grünlich-weifsen
ken, die sich in grofser Zahl in dem Wasser zeigen, w
die Räder der Dampfschiffe emporwerfen; es war dieses
de Male im October, das eine Mal auf dem adriatischen M
das andere Mal auf der Nordsee.

60) Am meisten war stets die Meinung vorherrsc
dafs das Leuchten des Meeres von kleinen Thierchen
rühre, und man suchte vor allen Dingen die verschied
Classen derselben aufzufinden, die dieses Phosphoresciren
wirken, jedoch war die Mehrzahl der Beobachter geneigt,
ligen Substanzen, namentlich den Fischen im Uebergange
Fäulnifs, gleichfalls einen Antheil an der Ursache dieses
nomens beizumessen. Spallanzani[1] ist nicht geneigt,
Faulen der Fische als eine Ursache des Phosphoresci
zu betrachten, weil die fettesten am wenigsten hierzu
neigt sind und aufserdem diese Substanzen sich zur Oberf
erheben, das Leuchten aber sich bis zur Tiefe von mi
stens 40 Fufs erstreckt, und er suchte daher den Grund
in einer Eigenthümlichkeit des Seewassers. Beccari[2]
dafs die Pholaden noch im lebenden Zustande leuchten; M
tin[3] dagegen schrieb diese Eigenschaft einer gewissen fet
Substanz zu, womit alle Seefische, namentlich die mit weil
Schuppen versehenen, nach seinen Untersuchungen überz
sind. Hablitzl[4] sah einst ein aus dem kaspischen M
gezogenes Ankertau mit einer Menge leuchtender Seeth
(*cancer pulex*) bedeckt, und fand also in diesen die Urs
des Phänomens, Canton[5] dagegen sah, dafs die Fische
Uebergange zur Fäulnifs dem Seewasser und überhaupt dem s
haltigen Wasser, aber nicht dem süfsen, einen Lichtschein m
theilen. Viele Zeit verwendete Adanson[6] auf diesen Gegens

1 Memorie della Soc. Italiana. T. II. Ueb. in Leipziger Sam
lungen zur Physik und Naturgeschichte. Th. IV. S. 239.
2 Comment. Bonon. T. II. p. 232 und 261.
3 Schwed. Abhand. Th. XXIII. S. 225.
4 Nordische Beiträge Th. IV. S. 396. Acta Petrop. T.
p. 71.
5 Philos. Trans. T. LIX. p. 446.
6 Reise nach Senagambien S. 150.

[illegible] er mehrere Gläser mit Fischen und Schalthieren füllte [illegible] sich an dem Lichtscheine ergötzte, den diese insgesammt [illegible]benden Zustande und gleich nach dem Tode verbreite-[illegible], der sich nicht blofs dem Wasser mittheilte, sondern [illegible] von den Wänden der Gefäfse zurückgestrahlt wurde. [illegible]h Cook[1] fand an der Westküste America's am 2. März [illegible] Windstille das Meer mit einer schleimigen Substanz be-[illegible]ckt, in welche viele Mollusken schwammen, die am Ta-[illegible]che in den verschiedensten Farben spielten, zuweilen aber [illegible]n durchsichtig erschienen, in der Dunkelheit aber schwach [illegible]chten. Labillardière, dessen Aufmerksamkeit durch das [illegible]n beobachtete starke Leuchten des Meeres erregt war, [illegible]hm von dem geschöpften Wasser durch Leinwand und [illegible]f dem phosphorescirende Kügelchen, die er als Mollusken [illegible]annte, und welche auf dem Filtrum zurückgeblieben, wäh-[illegible]rend das abgelaufene Wasser seine Leuchtkraft verloren hatte. [illegible]Möglich gründliche Untersuchungen über das Leuchten des [illegible]sicilischen Meeres und einige dieses verursachende Thier-[illegible]e hat Viviani[2] angestellt.

[illegible]) Bei weitem die Mehrzahl der hier genannten Beob-[illegible]chter, deren Zahl sich leicht noch bedeutend vermehren [illegible]ehe[3], sagen die Ansicht, dafs das Leuchten des Meeres die [illegible]Wirkung kleiner Weichthiere sey, deren sie verschiedene Ar-[illegible]ten, der eine diese, der andere jene, in dem geschöpften Was-[illegible]ser erkannten und zugleich das aus ihnen ausströmende, mei-[illegible]stens ins Grünliche spielende, phosphorische Licht wahrnah-[illegible]men. Dagegen untersuchte Oken[4] das bei der Insel Wange-[illegible]roog geschöpfte Seewasser und fand, dafs dasselbe durch Tre-[illegible]ten mit dem Fufse, Schlagen mit der Hand, durch Umrühren [illegible]und überhaupt durch starke Bewegung leuchtend wurde; weil [illegible]aber keine phosphorescirenden Thiere darin entdecken konnte, [illegible]leitete er den Lichtschein von einer dem Wasser beige-[illegible]mischten schleimigen Substanz ab. Hiervon nahm Hel-

---

[1] Im seiner Reise ausgezogen von G. XXXV. 234.

[2] Domenico Viviani Phosphorescentia maris 14 phosphorescen-[illegible]tium animalium speciebus illustrata. Gen. 1805.

[3] Tilesius nennt noch Osbeck, Löffling, Hasselquist, Slabber, [illegible], Baster und Cavolini, deren Arbeiten ich jedoch nicht kenne.

[4] Schweigger's Journ. Th. XII. S. 348.

Digitized by Google

wig[1] Veranlassung her, das Leuchten des Meeres
Phosphoresciren durch Insolation zu halten, weil er
nem Aufenthalte am schwarzen Meere und an den Küs
liens gefunden haben wollte, dafs die Stellen der See
che gegen die einfallenden Sonnenstrahlen geschützt sin
leuchten, und in dieser Ansicht bestärkte ihn Giobert's
achtung einer Phosphorescenz beim vitriolisirten We
Allein dieses Argument ist auf jeden Fall zur Unters
einer an sich nicht wahrscheinlichen Hypothese zu s
und aufserdem ist leicht begreiflich, dafs sich die phos
cirenden Weichthiere aus den beschatteten und daher
Theilen des Meeres zurückziehn.

62) Als wichtigste Untersuchungen über diesen Gege
welche die neuere Zeit geliefert hat, sind die von Mac
und von Tilesius zu betrachten. Macartney[3] beob
mit Sorgfalt die Erscheinungen des Leuchtens der See
englischen Küsten, überzeugte sich, dafs es durch ve
dene im lebenden Zustande und nur kurze Zeit nac
Tode leuchtende Thierchen verursacht werde, und unte
dann die verschiedenen Arten dieser Bewohner des
mit Hülfe des Mikroskops. Dieses gefundene Resultat
Beziehung auf unsere vorliegende Untersuchung allei
Wichtigkeit, indem der Haupttheil der ganzen Abha
sich auf die Beschaffenheit der verschiedenen Species
tender Seethierchen bezieht und also zunächst der Zo
angehört. Rücksichtlich des Letztern fand Macartney
überlegenen, zugleich aber allzu unfreundlichen Gegn
Tilesius, welcher als Begleiter Krusenstern's auf de
kannten Entdeckungsreise theils in dem weiten Umfang
durchschifften verschiedenen Meere, theils in der Aufm
rung und willfährigen Unterstützung durch einen Befehl
von so hoher, nur selten vorhandener wissenschaftliche
dung, theils endlich in dem Beistande zweier anderen w
ren Gelehrten, Langsdorf's und Horner's, die vorzügli

---

1 G. L. 126. LI. 115.

2 Gren's Journ. d. Ph. Th. II. S. 437.

3 Observations on luminous animals. In Phil. Trans. 1812.
blioth. britann. 1812. August. p. 301. Mit Anmerk. von Tilesius
LXI. 1. 113.

smittel zur gründlichen Erforschung der Aufgabe fand und eden Fall wohl mit Recht behauptet, dafs auf die Ergebder Beobachtungen, welche blofs an den englischen Küsten stellt worden sind, nicht füglich eine vollständige Beurtheides Phänomens in seinem ganzen Umfange gebaut werkann. Die Naturforscher auf dieser für die Wissenschaft rgiebigen Expedition begnügten sich nicht mit der blofsen chtung des Phänomens, sondern sie schöpften von dem htenden Wasser und seihten es durch doppelte Leined, worauf sich dann ergab, dafs das durchgelaufene Wasden Lichtschein verloren hatte, während die auf dem Filzurückgebliebenen Thierchen ihre Leuchtkraft beibehielten[1]. auf diese Weise in den verschiedenen Meeren gefundenen ere untersuchte Tilesius[2] rücksichtlich der Art, Stärke Dauer ihrer Leuchtkraft auf verschiedene Weise und erhte ihre physische Beschaffenheit vermittelst des Mikro-. Hiernach zeigt sich das Leuchten der See am schönund vollständigsten in den tropischen Meeren, nur manft und unvollständig dagegen unter höhern Breiten, bald ein matter Lichtschimmer oder ein gleichmäfsig verbreiMilchglanz, bald wie einzelne Sterne, Feuerkugeln, Lichtl, feurige Ketten, Fäden und Bänder, bald wie einzelne orsprühende Funken. Es leuchten blofs lebende Thiere, ich Mollusken, Crustaceen und Infusorien, aber es giebt eine zahllose Menge, als insbesondere die Salpen und lebende, frei im Meere umhertreibende Eierstöcke (*Pyen*), Medusen, Beroen, Physalien, Physsophoren, Riysen, Stephanomien, kleine mikroskopische Krebschen Entomostraca, ferner Onisci, Monoculi und deren Larven, dern, Nereiden, Zoophyten und Infusionsthierchen. Alle leuchten auf eine eigenthümliche Weise, wie ihre Geverschiedene Organisation und Respirationsorgane, die icht auszuhauchen scheinen, es mit sich bringen. Das der Pyrosomen ist feurig und flammend, das der Krebssprühend, wie Funken einer Schmiede-Esse, das

[1] Krusenstern's Reisen Th. I. S. 60.

[2] Die Resultate dieser Untersuchungen sind enthalten im 4ten er Krusenstern'schen Reise und in dem dazu gehörigen prächtiklasse; sehr ausführlich auch in C. LXI. Bd.

der Salpen wie lange feurige Fäden, das der M matter. Auch giebt es eine Menge im Meere, nam aus verwesenden Seepflanzen, auf gleiche Weise, als fsen Wasser durch faulende Vegetabilien erzeugte Infu welche mit einem matten Lichte leuchten, wie Spalla gleichfalls aufgefunden hat. Diese verschiedenen tenden Thiere waren oft in so grofser Menge vorh dafs dann das Schiff eine breite und wohl 50 Fufs lang rige Furche hinterliefs, aus welcher grofse und kleine kugeln hervorsprühten und in welcher man die Züge de genden Heringe deutlich erkennen konnte. Wenn Tropengegenden nach einer einige Tage anhaltenden stille sich ein frischer Wind erhebt, so pflegen im Dun Nacht an der sich kräuselnden Oberfläche des Meeres viele leuchtende Puncte zu erscheinen, die bei rascherem lenschlage zusammenfliefsen und gleichsam ein Feuerme den. Auch in diesem Falle, wenn das ganze Meer al zusammenhängende, leuchtende Masse erschien, waren skopische Meerinsecten und Mollusken die Ursache des l tens, indem die Millionen leuchtender Puncte dem unb neten Auge als eine zusammenhängende Fläche erschien grofs übrigens die Zahl der bereits früher und haupts durch Tilesius aufgefundenen und genau beschriebene thierchen ist, die das Vermögen zu leuchten besitz glaubt dieser doch selbst nicht, sie insgesammt zu kenne der unermefslichen Ausdehnung des Meeres und den v nifsmäfsig wenigen Fahrstrafsen auf demselben, neb Schwierigkeit, an beliebige Orte zu gelangen, ist dies natürlich, auch hat Ehrenberg[1] sogar in wenigem ih gesandten Wasser der Ostsee eine bisher unbekannte S entdeckt, die er *Polynoë fulgurans* nennt.

63) Dafs das Leuchten des Meeres nach allen diese len und unter einander sehr gut übereinstimmenden U chungen von phosphorescirenden Thierchen herrühre, liegt keinem Zweifel. Auch Artaud[2], Pfaff[3] und layson[4] sind der Meinung, dafs diese Thierchen nic

1 Poggendorff Ann. XXIII. 149.
2 Annales maritimes et coloniales.
3 Schweigger's Journ. LII. 316.
4 Edinburgh Journ. of Sc. N. XVI. p. 362.

l in der Ruhe, als vielmehr bei ihrer Bewegung leuchten
dafs der Lichtschein durch die Bewegung entweder be-
t, oder mindestens verstärkt wird. Hiermit ist aber eine
re Frage noch nicht beantwortet, nämlich ob dieses die
ge Ursache dieses Phänomens sey und alles Licht des
res durch die Phosphorescenz kleiner lebender Thierchen
ugt werde, oder ob auch andere, namentlich in Fäulnifs
rgehende Substanzen dem Seewasser einen phosphorischen
ein ertheilen. Letzteres zu bejahen scheinen mir überwie-
de Gründe vorhanden zu seyn. Vor allen Dingen zeigen
interessanten Versuche von NATHANAEL HULME[1], dafs ein
ser Theil Seefische beim Uebergange zur Fäulnifs nicht
s bedeutend phosphoresciren, sondern auch die Eigenschaft
leuchten dem Wasser, worin sie sich befinden, und festen
pern, die sie berühren, mitzutheilen pflegen. AL. v. HUM-
DT[2] sagt ausdrücklich, dafs das Leuchten der See nur zu-
en von phosphorescirenden Thierchen herrühre, denn in
meisten Fällen sey selbst mit Hülfe von Vergrösserungs-
ss in dem leuchtenden Wasser kein Thier zu entdecken,
doch aber, wenn eine Welle einen harten Gegenstand
t und dabei Schaum erzeugt, oder wenn das Wasser stark
egt wird, entstehe ein blitzähnliches Licht, welches ohne
ifel von den Fibern todter Mollusken entstehe, deren es
unendliche Menge in der Tiefe der See giebt. Allerdings
dieser Ansicht entgegen, dafs das Wasser, welches auf
UXSTERN's Entdeckungsreise durch doppelte Leinwand fil-
war, seine Leuchtkraft verloren hatte; allein v. HUM-
DT, welcher dieses Verfahren, ebenso wie früher LA BIL-
ARDIÈRE, gleichfalls anwandte, meint, die leuchtenden Fi-
blieben in der Gestalt leuchtender Puncte auf der ge-
hten dichten Leinwand zurück, und es hat durchaus nichts
rsprechendes anzunehmen, dafs eben die durch begin-
e Zersetzung erzeugte schleimige Substanz, durch ein sol-
Filtrum zurückgehalten, sich auf demselben zu leuchten-
Kügelchen vereinige. Bei der ungeheuren Menge der vor-
enen Mollusken ist es leicht denkbar, dafs auch ohne das
andenseyn organisirter Wesen das Seewasser durch die

---

[1] Phil. Trans. 1800. p. 161. 1801. p. 485. G. XII. 129. 292.
[2] Tableaux de la Nature T. II. p. 88.

Reste dieser Thiere schleimig werde, dadurch leuchte
Menschen untrinkbar gemacht doch den Fischen Nahrun
Langsdorf[1], welcher zugleich mit Tilesius auf der
stern'schen Entdeckungsreise die Erscheinungen des Le
beobachtete und die dasselbe wohl in der Regel erzeu
Thierchen untersuchte, so wie der sorgfältige Forsch
ron[2], sind der Meinung, dafs ein Theil dieser Phospho
animalischen Substanzen im Uebergange zur Fäulnifs bei
sen sey. Tilesius leitet zwar alles Leuchten des Mee
kleinen lebenden Thierchen ab, welche diese Eigenscha
im Zustande der Ruhe, wohl aber bei der Bewegung
auch stimmt diese Ansicht ganz mit der Theorie überei
che er, mindestens anfänglich, über die eigentliche
dieser Lichtentbindung hegte, er erwähnt jedoch selbs
ein Stück Haifisch-Fleisch, welches acht Stunden la
Schiffe aufgehangen und dann Abends als Köder ge
wurde, bei angehender Fäulnifs geleuchtet habe, wenn
nur mit einem matten, dem des faulenden Holzes ähnlichen
Ein vorzüglicher Beweis für die aufgestellte Hypothese
mir selbst in der Erzählung der Phänomene zu liegen,
S. L. Mitchill[3] mittheilt. Dieser sah am 13. Nov.
einem warmen Abende nach einem sehr heifsen Tage
nem Fenster bei der Fluth das ganze Ufer wie mit glü
Kohlen bedeckt, die stets Funken sprühten. Das
dem Ufer zuströmende Wasser schien sich mit leuch
Wellen zu bewegen und wenige Faden unter dem
zeigten sich glänzende Erscheinungen von aufserorde
Helligkeit. Der Sand am Strande war mit einer uner
chen Menge Thierchen bedeckt, die zum Geschlechte d
dusa simplex gehörten und bei jeder Bewegung leuc
so dafs sein Fufs bei jedem Tritte von einer 1,5 Fufs
Glorie umgeben schien. Einige noch lebende leuchteten
Hand genommen so stark, dafs er bei ihrem Scheine
und Minute seiner Uhr unterscheiden konnte. Rieb
Sand, worauf die Thierchen gelegen hatten, mit dem

1 Reisen. Th. II. S. 212.

2 Entdeckungsreise. Th. I. S. 33.

3 The medical Repository by S. L. Mitchill and E.
Newyork. T. IV. p. 375. Daraus in G. XII. 161.

leuchteten Sand und Finger. Blieb etwas von dem schlei-
en Wesen an der Haut oder den Kleidern kleben, so
hteten diese, weswegen sowohl er selbst, als auch sein
leiter zuweilen ganz mit Feuer überstrichen zu seyn schie-
. Hierbei mufs man doch wohl annehmen, dafs auch die
den zerriebenen Thierchen zurückbleibende Substanz und
h wohl der sie einhüllende Schleim einen Lichtschein ver-
ieten, obgleich Mitchill selbst blofs den Thierchen, die
mikroskopisch klein sind, und zwar nur im lebenden Zu-
nde, die Leuchtkraft beilegt. Endlich hat auch Oken in
n Wasser der Ostsee, womit er seine erwähnten Versuche
tellte, keine Thierchen, wohl aber einen Lichtschein wahr-
nommen.

64) Als Endresultat aller dieser ausführlichen Untersu-
ungen läfst sich also Folgendes mit überwiegender Wahr-
einlichkeit aufstellen. Das Leuchten des Meeres ist im
nzen die Folge der zahllosen gröfsern und kleinern, bis zu
mikroskopischen herabgehenden, phosphorescirenden See-
rchen, welche die einzelnen blitzenden Funken, die hell-
chtenden Streifen im Wasser bei eigener Bewegung oder
im Stofse fester lebloser oder lebender Körper gegen sie,
B. der Ruder, der Fische u. s. w., erzeugen, die Furche
nes fahrenden Schiffes sowohl, als auch die gegen dasselbe
lagenden Wellen leuchtend machen und diesen Lichtschein
n Ufer, dem menschlichen Körper und sonstigen Gegen-
nden, welche durch das mit ihnen erfüllte Wasser benetzt
d, mittheilen. Auch der weit verbreitete Ueberzug grofser
recken des Meeres, wonach dasselbe milchicht, weifs und bis
grofser Intensität selbst feurig erscheint, ist meistens eine
lge dieser Thierchen, deren Zahl, nebst der Menge ihrer
rschiedenen Gattungen, nicht minder ihr Vermögen zu leuch-
, stärker ist in den heifsen, als in den kalten Zonen. Die
rch sie erzeugten Phänomene sind leicht zu unterscheiden
n denen, welche die Elektricität bewirkt, weil diese sich
r in der Luft oder an den hervorragenden Gegenständen der
chiffe zeigen, da das elektrische Fluidum bei der Berührung
es Wassers sich sofort über dessen Oberfläche ausbreitet und
rlöscht. Die leuchtenden Thierchen geben nicht an allen
heilen ihres Körpers Licht, sondern gewisse ihnen zugehö-
ge Substanzen haben die Eigenschaft zu phosphoresciren und

theilen diese auch solchen Gegenständen mit, auf den
zerrieben werden, vermuthlich daher auch in einem ge
geringen Grade dem Wasser, worin sie sich befinden, u
stets ein grofser Theil der leuchtenden Thierchen ab
durch seine Reste das Wasser schleimig macht, aufs
aber viele thierische Körper beim Uebergange zur Fäuln
nen phosphorischen Schein geben, so ist mindestens sehr
scheinlich, dafs der hierdurch erzeugte Schleim, in we
sich die leuchtenden Thierchen meistens aufhalten und
cher vielleicht manchen derselben zur Entstehung, ande
Nahrung dient, gleichfalls ein matteres, aber immer
nehmbares phosphorisches Licht verbreitet. Luccock
es gar nicht zweifelhaft, dafs faulende Substanzen einen
schein erzeugen, da man diesen auch am Meeresufer da
zunehmen pflegt, wohin der Unrath grofser Städte zusam
fliefst.

65) Hierdurch ist inzwischen eine andere Hauptfrage
nicht beantwortet, nämlich welches die eigentliche Ur
des erzeugten Lichtes sey. Es giebt hierüber nicht viel
pothesen, denn die meisten Beobachter haben sich blos
der Untersuchung und Beschreibung der Thatsache be
Nach Spallanzani geht das Licht der Medusen nicht
ganzen Thiere, sondern von einer eigenthümlichen klei
Feuchtigkeit derselben aus, wird zuweilen unterbrochen
diese Periodicität scheint ihm von Oscillationen in den
abzuhängen, wie auch das Licht der Johanniswürmchen
bei jeder Schwingung ihres Körpers entzünde und bei
Medusen in der Systole weit stärker sey, als in der Di
Tilesius fand, dafs das Licht der leuchtenden Thie
durch Bewegung oder vielmehr durch eine Reaction und
strengung derselben entwickelt werde, indem sie der B
gung des Wassers entgegenstreben, um sich in ihrer La
erhalten, und da das Licht um so viel stärker ist, je mehr sie
anstrengen, die Respiration aber mit der Anstrengung wa
so glaubt er, dafs sie Phosphorwasserstoffgas ausströmen,
ches dann leuchte. Namentlich werde auch bei den Cr
ceen durch die ihnen eigenthümliche convulsivische Be
gung des Schwanzes die Respiration vermehrt und so
Leuchten durch das ausgeathmete Phosphorwasserstoffgas
vorgebracht.

Gegen diese Hypothese, namentlich in ihrer Anwendung die Crustaceen, erklärt sich GILBERT[1]. Das Ausscheiden irgend einem brennbaren Gas, meint er, sey noch niemals der Thierwelt beobachtet worden und das Phosphorwasserfgas entzünde sich nur erwärmt beim Zutritte der atmosphähen Luft, aber nicht in der gewöhnlichen Temperatur kalLänder, auch könne ein Schalthier nicht so, wie der chsichtige Körper der Schleimthiere, bei Lichtabscheidung innern durch Athmen leuchten, es sey denn dafs man die lle bei diesen mikroskopischen Thierchen für durchscheind halten wollte. Da man eine Transparenz solcher dünnen halen so leicht annehmen kann, so ist damit dieses letzte gument von selbst beseitigt und auch die beiden ersten sind neswegs schlagend. Secretionen von blofs brennbarem Gase nmen in der Thierwelt genug vor und der Phosphor leuchin noch niedrigerer Temperatur, als worin man das Leuchdes Meeres beobachtet hat. Ganz etwas anderes ist jedoch Ausscheidung desjenigen speciellen Phosphorwasserstoffgas, lches beim Zutritt von sauerstoffgashaltiger Luft durch Entdung leuchtet, und noch obendrein ein Freiwerden durch spiration, was wohl mit den Gesetzen der thierischen Oenomie unvereinbar ist, nicht zu gedenken, dafs das Leuchmeistens oder häufig unter Wasser geschieht, wo kein es Sauerstoffgas zur Entzündung vorhanden ist.

66) Dafs das Leuchten des Meeres, mag es nun ausliefslich von lebenden Thieren und deren belebten Eierken herrühren, wie TILESIUS behauptet, wonach der Zusd des Lebens zugleich Bedingung des Leuchtens ist, r zugleich auch durch Mittheilung der den Thieren angenden leuchtenden Substanz, wie auch zur Fäulnifs überender thierischer Stoffe an das Meerwasser, erzeugt werden, r die allgemeine Classe der Phosphosescenz gehöre, die bei Landthieren, dem leuchtenden Holze und sonstigen sphorescirenden Substanzen wahrgenommen wird, die nicht Kunkel'schem Phosphor und dessen langsamer Verbrenng herrührt, sondern als eine eigenthümliche und noch keiwegs hinlänglich erklärte Lichtentbindung zu betrachten ist[2],

1 G. LXI. 164.
2 S. *Licht.* S. 255.

Digitized by Google

unterliegt wohl keinem Zweifel, und dieses ist auch i
gemeinen die Meinung aller derjenigen Naturforscher, d
mit diesem speciellen Gegenstande beschäftigt haben;
sind ihre Ansichten über die eigenthümliche Art, wi
Lichtentbindung statt findet, verschieden. Tilesius le
von der Respiration und einer hiermit verbundenen F
dung des Phosphorwasserstoffgases ab, Tuckey[1] findet die
tende Substanz im Gehirn, und Mitchill setzt die Li
bindung mit der Circulation des Blutes in Verbindung,
er zugleich vermuthet, dafs bei diesen Thieren, die
Lungen noch Herz haben, beider Verrichtungen dur
Blutgefäfse selbst geschehn, wobei die Lichtentwickelung
einen dem Athmen ähnlichen Procefs erzeugt werden
Alles dieses beruht jedoch blofs auf Vermuthungen und
dieser oder irgend eine andere Hypothese ist als Gru
einer genügenden Erklärung hinlänglich begründet. D
sind indefs alle Beobachter einig, dafs das Leuchten be
und, wenn es nicht vorhanden ist, hervorgerufen werde
jeden mechanischen Reiz, durch Stofsen, Schlagen und
Bewegung. Ebenso wirken auch chemische Reizmittel
Macartney und Artaud aufgefunden haben, und in
Beziehung sind auch die Versuche von Ehrenberg se
teressant, welcher zu dem Wasser aus der Ostsee etwa
dünnte Salzsäure gofs und dadurch die darin entha
Thierchen, die sonst gar kein Licht mehr zeigten, zue
mentanen Leuchten brachte, worauf sie jedoch unmi
starben.

K. Bewegungen des Meeres.

67) Das Meerwasser geräth bei völliger Ruhe sehr
in Fäulnifs, so dafs in heifsen Gegenden bei anhalt
Windstille zuweilen der Geruch einen Uebergang in d
Zustand ankündigt, welcher in einem höhern Grade wi
statt findend der Gesundheit höchst verderblich werden m
Es ist jedoch kein Beispiel vorhanden, dafs jemals ein
gentliche Fäulnifs des offenen Meeres eingetreten sey. N
liches Seewasser fault nicht, weil reines Wasser nie in
sen Zustand übergeht und die zugesetzten Salze ihn nicht

1 G. LXI. 818.

ren können. Inzwischen enthält das natürliche Seewasser nicht unbedeutenden Zusatz von vegetabilischen und l. Stoffen, die ihm den eigenthümlichen Geruch geben im Zustande der Ruhe eine Zersetzung erleiden, welche Fäulniss herbeiführt. Auch das Wasser der Seen und e enthält solche Bestandtheile, hauptsächlich vegetabili-, weswegen es in völliger Ruhe, je nach der vorhande-Menge derselben, in einen mehr oder minder fauligen Zu- übergeht. Beide Arten von Wasser werden durch die r Bewegung hiergegen geschützt, theils weil diese an und ch die Zersetzung hindert oder erschwert, theils weil urch die stets neu herbeigeführte Luft, die mit den gen Theilen in Berührung kommt, die entwickelten Gas- rführt.

Die sämmtlichen Bewegungen des Meeres lassen sich füg- unter drei Classen bringen. Die vorzüglichste ist der Wechsel der Ebbe und Fluth, die jedoch bereits[1] aus- ch untersucht worden ist und daher hier übergangen wer- kann. Die Erhebung des Meeres durch die Fluth und Sinken in Folge der Ebbe erfolgen nicht plötzlich, son- n allmälig; bei der erstern strömt das Wasser den Küsten , bei der letztern von denselben weg, welchen Wechsel n bei der Schifffahrt benutzt, um sich dem Lande zu nä- oder von demselben zu entfernen. Weil hierbei nicht gesammte Wasser gleichzeitig in Bewegung gesetzt wird, folgen einige wellenartige Strömungen auf einander und ren namentlich bei der Fluth der Küste zu, selbst wenn Wind ihnen entgegenweht, schlagen gegen die steilen Ufer, ben auf die flachen höher hinauf und laufen wieder ab, bei sie eine Menge Seegras und andere Substanzen auswer- Diese Bewegung erzeugt ein eigenthümliches, den Kü- bewohnern wohl bekanntes Brausen, welches von dem der llen sich unterscheiden lässt. Einige Aehnlichkeit hiermit diejenige eigenthümliche Bewegung des Meeres, welche der Ostküste von Südamerica wahrgenommen und das Rollen der See (*Rolling of the Sea*) genannt wird. Zuerst scheint der Capitain Hall an der Küste des nördlichen Chili nes Phänomen beachtet zu haben, neuerdings beobachtete

1 S. *Ebbe*. Bd. III. S. 3 bis 68.

aber Dr. Mayen dasselbe an den Küsten von Peru, nam
lich im Hafen von Capiapo und südlich herabwärts bis
Arica hinaus. Die Ebbe und Fluth ist an dieser ganzen
ste entlang sehr unbedeutend und in einem geringen Abs
von derselben kaum überall wahrnehmbar; dagegen abe
eignet es sich zuweilen, dafs bei völliger Windstille h
Wellen entstehn, deren Höhe (ohne Zweifel wohl übe
ben) zu 40 engl. Fufs angegeben wird. Man will die
kung vom Einflusse des Mondes ableiten und die Erschei
am häufigsten bei Vollmond wahrgenommen haben, allei
Mayen sie beobachtete, war es gerade im letzten Vi
weswegen er die Ursache in den Strömungen des Wasse
die Südspitze America's sucht[1]. Aus ungleichem Luftd
kann in jenen Gegenden das Phänomen wohl nicht abge
werden, wie dieses bei der Ostsee geschieht (§. 7.), un
Ursache liegt daher wahrscheinlich in einzelnen Windst
welche in beträchtlicher Entfernung Wellen auf der S
erzeugen, die sich bis an die Küsten America's fortpfl
und hier durch den entgegenstehenden Widerstand zu
ungewöhnlichen Höhe anwachsen.

68) Die Theorie der Wellen erfordert eine specielle
tersuchung und es genügt daher hier nur die äufsern E
thümlichkeiten der Meereswellen anzuführen. Diese sind w
selnde Hebungen und Senkungen des Wassers, die durch
gleichen Druck auf irgend eine Stelle der (als ruhig ge
ten) Wasserfläche entstehn und dann nach den Ges
schwingender Pendel diese Bewegungen in gleichen Zeiti
vallen wiederholen, bis die Reibung der einzelnen Theil
an einander, so weit diese bei flüssigen Körpern statt fi
kann, der Druck der Luft und sonstige Hindernisse der
wegung den Zustand der Ruhe allmalig wieder herbeifüh
Das scheinbare Fortschreiten der Wellen ist daher keines
ein Fortfliefsen, überhaupt keine fortgehende Bewegung (
tus progressivus), so wenig als die Schallwellen ein Fort
men der Luft voraussetzen, vielmehr finden blofs abwech
de Hebungen und Senkungen statt, wie man deutlich
wenn leichtere Körper, namentlich auch häufig Schildkr
auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, die allerdin

1 Edinb. New Philos. Journ. N. XXXVII. p. 183.

...ader Richtung abwechselnd gehoben werden und wieder ...senken, ohne in Beziehung auf die horizontale Ebene ...n Ort zu verändern, ausgenommen sofern dieses durch das ...streichen des Windes über die Oberfläche des Wassers be... wird. Hieraus erklärt sich leicht die aufserordentlich ...e Zeit, welche auf der See ausgeworfene Flaschen, wie die ...ute solche zuweilen mit eingeschlossenen Berichten aus... pflegen, meistens bedürfen, ehe sie irgend eine Kü... erreichen. Wenn man aber von der *Geschwindigkeit der* ...llen redet, so versteht man darunter die Zeit, welche die ...ung einer Welle bedarf, um scheinbar durch die nächst... Vertiefung zu einer abermaligen Erhöhung und so ...chmend durch Wellenberge und Wellenthäler bis zu ei... gewissen Entfernung zu gelangen.

...) Denkt man sich zuerst die nach hydrostatischen Ge... ebene Oberfläche der Teiche, Seen und des Meeres, so ...n man sich leicht vorstellen, wie auf diesen, insbesondere ...letztern, Wellen entstehn müssen, sobald der Wind in ...m spitzen Winkel gegen sie stöfst, eine partielle Strecke ...selben niederdrückt und gleichzeitig durch die Adhäsion an die ...serchen mit sich fortzureifsen strebt. Die niederge... Stelle hebt sich wieder, kommt hierdurch nach dem ...etze der Trägheit über die anfängliche Ebene empor, er... dadurch ein Sinken der sie begrenzenden Wassersäulen ...d so folgen, nach Art der Pendelschwingungen, die wech... Oscillationen in regelmäfsigen Zeitintervallen. Nach ...[1] ist daher die Wind- oder Wetterseite in der Nähe ...s Ufers selbst beim Sturme eben, die Wellen nehmen aber ...n da zu nach dem Verhältnisse der Stärke des Windes zu, ...mehr man sich vom Ufer entfernt, bis sie das Maximum ...r Gröfse erreicht haben, und behalten dieses selbst bis auf ...rere Seemeilen über den Bereich des Windes hinaus bei. ...e Behauptung ferner, dafs die feuchte Luft weniger Adhä... zum Wasser hat, als die trockene, und daher bei ersterer ...e Wellen kleiner sind, als bei der letztern, gleiche Stärke des ...des vorausgesetzt, erhält ihre Bedeutsamkeit vorzüglich nur ...rch die Autorität eines so erfahrenen Seemannes. Ebenso ...ll man nach der Meinung der meisten Seefahrer der Regen

[1] Account of the arctic regions. T. I. p. 221.

Digitized by Google

die Wellen niederhalten[1], so dafs sie bei heftigem W
dann minder hoch werden, als bei schwächerem, aber
nem Winde. Anfangs mufs auf jeden Fall der Wind, w
obendrein nicht sofort mit gröfster Stärke beginnt, kleine
len erzeugen, die bei fortdauernder Ursache stets gröfser
den, so wie auch ein Pendel stets gröfsere Bogen bes
ben mufs, wenn es wiederholt durch eine auch nur g
Kraft gestofsen wird. Ebenso natürlich folgt zugleich,
die einmal erregten Wellen noch eine bedeutend lange
fortdauern, wenn der Wind seine Stärke verloren oder
aufgehört hat, welches an manchen Orten der heifsen Zo
mehrere Stunden oft plötzlich geschieht.

70) Der Wind besteht keineswegs in einer ganz gl
mäfsigen, ohne Unterbrechung mit gleichbleibender Gesch
digkeit fortgehenden und über eine unmefsbare Strecke a
dehnten Bewegung der Luft, wie man aus dem anschei
ruhigen Zuge der Wolken in den höhern Regionen anz
men veranlafst wird, sondern das Wehen desselben gesc
absatzweise und in Unterbrechungen; die Bewegung des
des ist eine wellenartige, wie die des Wassers, indem a
mein jede bewegte Flüssigkeit, sie sey tropfbar, gasförmig
ätherisch, sobald sie bei ihrer Bewegung Hindernisse f
wellenförmig fortschreitet. Man bemerkt dieses um so au
lender, je stärker der Wind ist, indem sich dann die ei
nen Stöfse von den wechselnden Perioden der minderen S
oder periodischen Ruhe leicht unterscheiden lassen. Ist
ner die Strecke, über welcher ein gewisser Wind herr
noch so ausgebreitet, so finden doch darin einzelne Str
statt, in denen die Luft mit eigenthümlicher Geschwindig
strömt. Stöfst ein solcher einzelner Strom auf die Was
fläche oder wird irgend eine einzelne Stelle der letztern
einem Drucke getroffen, so müssen um diesen Punct
krümmte Wellen entstehn, und man sieht daher bei sch
chem Winde und über grofsen Wasserflächen kreisbogenf
mige Wellen sich bewegen, deren Enden schwächer wer
und zuletzt sich gänzlich verlaufen. Diese Form würden
Wellen auch beibehalten, wenn ein stärkerer Wind höh

1 Ebendieses behauptet auch Richter in Reisen u. s. w. Th
S. 43.

Digitized by Google

ngt, allein je mehr die Kraft des Windes wächst, desto
r ist der Stofs einseitig und um so höher wird an einzel-
Stellen das Wasser gehoben. Vor allen Dingen aber ist zu
icksichtigen, dafs der Wind seine Richtung meistens keine
nte lang beibehält, wie man bei jedem etwas heftigen
nde an leicht beweglichen Wetterfahnen ohne Ausnahme
hrnimmt. Die wechselnde Richtung des Windes mufs aber
e wechselnde Richtung der erregten Wellen bedingen und
er gewahrt man, dafs zwar die Wellen im Ganzen sich
ch der nämlichen Gegend hin bewegen, zugleich aber aus
zelnen, nicht sehr langen, mehr oder minder zusammen-
ngenden Erhebungen bestehn. Hiernach finden in der Re-
gleichzeitig mehrere Wellenlinien statt, die sich unter ei-
n gewissen Winkel schneiden; die Gebrüder Weber [1] ver-
hern, auf Seen und selbst Teichen mehrere linienförmige
llenordnungen gesehn zu haben, die sich unter einem
nkel von 40 Graden schnitten, und Horsbourgh [2] sagt, es
nichts Ungewöhnliches, auf dem Oceane zwei Wellenbe-
gungen zugleich zu sehn, die entgegengesetzte Richtungen
ben oder sich durchkreuzen, und zuweilen giebt es deren
gar drei, die mit diesen ihren eigenthümlichen Richtungen
d Geschwindigkeiten einen ganzen Tag und noch länger an-
ten. Die Gebrüder Weber knüpfen hieran zwei interes-
te, mit der Erfahrung genau übereinstimmende Folgerungen.
rch diese Kreuzung müssen abwechselnd höhere Wellen
stehn und wieder zerrinnen, wenn die vereinten sich wie-
trennen, was bei dem Beobachter die Täuschung erweckt,
ob die Wellen nicht stetig fortschritten, da Letzteres doch
Natur der Sache nach nothwendig ist. Die gröfsern Wel-
schreiten, auch der Theorie gemäfs, schneller fort, als die
inern, und diese letztern, die der Wind zuerst erregt, blei-
daher hinter jenen zurück und scheinen im Verhältnifs zu
en zu ruhn, woraus die Täuschung hervorgeht, als ob die
ssen Wellen sich unter einer ruhenden Oberfläche hin-
lten. Vorzügliche Berücksichtigung verdient aber die Ge-
lt der Wellen. Entständen sie blofs durch die wechseln-

1 Wellenlehre auf Experimente gngründet u. s. w. Leipz. 1825.
§. 40.

2 Nicholson's Journ. T. XV. p. 6. G. XXXII. 405.

Ebene lag, und dann betrug seine Erhebung über de
sten Stand des Schiffes 25 par. Fufs. Bei einer ande
legenheit schätzte er die Höhe eines Wasserberges, v
das Schiff umzuwerfen drohte, auf 32 Fufs. Dieses
nach wohl die gröfste Höhe, welche die Wellen au
freien grofsen Oceane erreichen, und also die Angabe vo
MONTIER[1] übertrieben, wenn er sagt, dafs nach der
verschiedener Seefahrer die Höhe der gröfsten Wellen
ter erreiche, und wenn von 100 und mehr Fufs hohen
len die Rede ist, so verdienen solche Angaben überall
Glauben. SCORESBY[2] erwähnt, dafs gewöhnliche
nach BOYLE 6 Fufs Höhe über dem mittleren Spiegel
12 F. absolute Höhe haben, und setzt hinzu, dafs au
dentliche, sich durchkreuzende oder über einander schl
Wellen viel höher sind.

72) Ueber die Tiefe, bis zu welcher sich die den
len zugehörige Bewegung der Wassertheilchen herabwä
streckt, herrschte früher sehr allgemein die durch BER
verbreitete Meinung, dafs sie nur gering sey, sich auf
Fall nicht weiter als bis 15 Faden tief unter den W
spiegel erstrecke und nach dem Berichte erfahrner Se
ner bei 4 Faden schon ganz unbedeutend sey, da die
dischen Perlenfischer kein Bedenken trügen unterzut
wenn bei stürmischer See die Schiffe nicht auszulaufen
ten. Die Angabe scheint indefs unbegründet, denn di
lenfischer an den Küsten des persischen Meerbusens t
nur bei ganz heiterem Wetter und die Gebrüder W
nahmen bei kleinen Wellen noch Bewegung der Wasse
chen in einer Tiefe wahr, welche der 350fachen Welle
entsprach. Neuerdings hat jedoch BREMONTIER[4] durc
zweifelhafte Thatsachen dargethan, dafs das Wasser dur
Wellen bis zu 80 und mehr Fufs Tiefe in Bewegung g
wird, auch erwähnt er die Beobachtungen von Cou
wonach die Wellen auf der grofsen Bank von Neufundla
einer Wassertiefe von 250 bis 300 Fufs keinen freien S

1 Journ. de Phys. T. LXXIX. p. 92.
2 Account of the Arctic Regions. T. I. p. 219.
3 Wellenlehre S. 43.
4 A. a. O.

Digitized by Google

n mehr haben. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dafs die Wasser durch die Wellen mitgetheilte Bewegung sich zu bedeutender Tiefe erstreckt und dafs diese an vielen len die anfserordentlichen Massen von Sand am Boden des res aufwühlt und fortstöfst, aus welchem die Dünen an Küsten entstehn.

73) Die Geschwindigkeit des scheinbaren Fortschreitens Wellen ist gröfser bei den grofsen, als bei den kleinen, bereits erwähnt wurde. Scoresby[1] giebt nur im Allge- nen an, dafs diese Geschwindigkeit etwa 16 bis 18 engl. ilen in 1 Stunde betragen möge; allein dieses ist das aus wton's Theorie abgeleitete Resultat. Horsburgh[2] schätzt Geschwindigkeit der Wellen bei einem Passatwinde auf engl. Meilen in 1 Stunde, und in diesem Falle laufen die llen dem Schiffe, wenn es in derselben Richtung mit et- 10 bis 11 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde segelt, vor. Ihre Geschwindigkeit läfst sich dann leicht messen, n man ein Log auswirft, dieses in eine solche Entfernung Schiffe bringt, dafs von der nämlichen Welle zuerst das , dann das Schiff gehoben wird, das Zeitintervall zwi- en diesen beiden Hebungen mifst und die bekannte Ge- windigkeit des Schiffes hinzuaddirt. Auf diese Weise hat xson[3] Messungen angestellt und die Geschwindigkeit 9,5 engl. Seemeilen in 1 Stunde gefunden. Nehmen wir beiden Angaben das Mittel und setzen wir sonach die hwindigkeit der Wellen zu 25 Seemeilen in 1 Stunde, Seemeile zu 5710 par. F. angenommen, so müfste der d fast 40 Fufs in 1 Secunde zurücklegen, um den Wel- gleich zu kommen, und wenn wir die Geschwindigkeit mäfsigen Windes zu 15 Fufs annehmen, so würden ach die Wellen $2\frac{2}{3}$mal so geschwind fortschreiten. Schon rotetes[4] kannte die Erfahrung, dafs die Wellen dem e vorauseilen und sich daher zuweilen an solchen Or- nd zu Zeiten zeigen, wenn kein Wind wehet, was er ne Folge davon ansieht, dafs der einmal ertheilte Stofs

---

[1] Account of the arctic Regions. T. I. p. 219.
[2] Nicholson Journ. T. XV. p. 6. G. XXXII. 405.
[3] Tilloch's Phil. Mag. N. CCCII. p. 405.
[4] Problem. XLI.

sich in der zusammenhängenden Masse des Wassers fortp
statt dafs die Luft eine discrete Masse sey und daher e
ihr begonnene Bewegung wieder aufhören könne. Neue
hat Nicholson[1] diese Frage wieder zur Untersuchun
bracht, da ihm gemeldet wurde, dafs sich an der Küs
Cornwallis oft heftige Wellen zeigten, denen erst nach
gen Stunden der Sturm nachfolge. Nach der gegeben
klärung sollen sie durch einen einzelnen plötzlichen
stofs (*squall*) entstehn, welcher auf die Wasserfläche w
hineingeworfener Stein wirkt, von welchem aus glei
einander folgende Wellen sich weithin verbreiten.
Seefahrer[2] erzählen dieses Phänomen gleichfalls, dafs o
tige Wellen die Schiffe in schwankende Bewegung
denen erst später der Sturm folgt, und den Küstenbew
ist dasselbe hinlänglich bekannt, wie z. B. namentl
Triest, wo zuweilen das Wasser bis über das Niveau de
steigt, ehe der die Wellen aufthürmende Wind (die *Bo*
nannt) sich in der erforderlichen Stärke erhebt. Noch
würdiger ist, was Scoresby[3] angiebt, dafs in gemäfsigt
kalten Gegenden, wo die Winde so veränderlich sind,
oder drei Wellenzüge (*swells*) von verschiedenen Ri
gen gleichzeitig wahrgenommen werden, ja dafs sogar d
man zwei derselben von grofser Stärke gleichzeitig wahr
gar kein Wind oder ein solcher herrscht, welcher keine
ihnen zugehört. So erlebte er selbst dieses unter 68°
dafs ein Wellenzug von O. N. O. und ein anderer von W.
deutlich wahrgenommen wurden, als der Wind südlich w
und unter 63° N. B. zeigten zwei heftige Wellenzüge v
und von S. die in diesen Richtungen herrschenden S
während am Orte selbst leichte veränderliche Winde wel
die sich noch nicht gelegt hatten, als ein dritter Well
von Osten hinzukam.

74) Die Breite der Wellen, die man am besten
s'Gravesande vom Niveau des Meeres bis wieder zum
veau mifst, so dafs also eine ganze Welle aus einem W
berge und einem Wellenthale besteht, statt dafs andere

1 Journ. T. XIV. p. 185. G. XXXII. 397.
2 Richter Reisen. Dresden 1821. Th. II. S. 17.
3 Account cet. T. I. p. 223.

Puncte bis wieder dahin messen, was übrigens im ...lichen keinen Unterschied macht, soll nach Bremon- das Vierfache ihrer Höhe betragen. Ist dieses Verhält- klein, so ist dagegen das durch die Gebrüder Weber[1] ...en Versuchen im Kleinen gefundene = 500 : 1 wohl ... und paſst auf jeden Fall nur auf eine im hinlänglich Wasser sich frei bewegende. Die oben erwähnte Mes- der Geschwindigkeit der Wellen durch Thomson giebt ... ein Mittel, um die Breite gewöhnlicher Wellen ... annähernd zu bestimmen. Die Methode der Mes- ... voraus, daſs unter den verschiedenen Lagen des ... und des Logs diejenige zur Bestimmung der Ge- ...keit benutzt werde, wobei sowohl das Logbret als ... Schiff sich gleichzeitig auf der Spitze zweier näch- Wellenberge befinden, und die Länge der Log-Linie giebt ... Breite der ganzen Welle. Diese betrug bei den an- ...en Versuchen 510 Fuſs, und da die Wellen, deren ...indigkeit gemessen wurde, mit groſser Wahrschein- ... von mittlerer Gröſse anzunehmen sind und der ... Scoresby diese zu 12 Fuſs ganzer Höhe annimmt, ... 510 : 12 das Verhältniſs 42,5 : 1. Aus der Vergleichung dieser Bestimmung mit der durch Weber gefundenen ... übereinstimmend mit der Theorie, daſs das Ver- ... der Breite zur Höhe mit der Gröſse der Wellen ab- ..., und man würde also der Wahrheit vermuthlich nahe ..., wenn man dasselbe für die mittleren bis zu den ... Meereswellen zu etwa 50 bis 20 annähme.

75) Da die Bewegung der Wellen in der erzeugenden ... bis zu bedeutenden Tiefen herabgeht, so muſs sie ...ig durch den Einfluſs des Bodens bedingt seyn, wenn ... erreicht, und die nächste Folge hiervon ist, daſs ...gert wird, weswegen die Wellen in zunehmend tie- ... Wasser eine bedeutend vermehrte Geschwindigkeit er- ... Die Länge der Wellen wächst, wenn sie sich frei ... können, in welchem Falle dann ihre Höhe abnimmt, ... wenn in der Mitte einer groſsen Wasserfläche Wellen ..., die sich kreisförmig um diesen Punct weiter aus- ... Das umgekehrte Verhalten findet statt, wenn der

1 Wellenlehre. S. 116.

Wind vom Lande her weht, die Oberfläche des
nahe am Ufer glatt oder blofs mit kleinen Wellen bedeckt
diese zunehmen, je mehr die fortwirkende Kraft des
mit wachsender Entfernung stets gröfsere Wellen zu
vermag. Man sieht hieraus also, dafs Höhe, Breite,
und Geschwindigkeit der Wellen sich einander wech
bedingen. Kommt eine Welle in ihrem Fortschreit
Untiefen, so wird sie gehoben, und Bremontier neb
draye wurden hierdurch zu der Ueberzeugung gefüh
die Wellenbewegung sich tief ins Wasser erstreckt,
grofse Wellen über Sandbänken und Felsen, die in b
den Tiefen lagen, sich heben sahen. Berühren die
den Boden über Untiefen anhaltend, so werden sie
Bewegung gehindert und die einander folgenden versc
sich bedeutend, weswegen von denen, die auf ein
Ufer strömen, die vorderste sich am stärksten in di
ausdehnt und zugleich so sehr verflacht, dafs sie ba
sinkt, indem ihre vordere Seite vorauseilt und zuletz
schlägt. Dagegen behalten die einmal gebildeten Wel
Gröfse, wenn der auf sie drückende Wind den hinter
um nicht mehr sinken läfst, als der vordere aufsteigt
wenn dieser durch seinen Stofs den Abgang wieder
welchen die Wellen-Oscillation durch die vorhandene
dernisse der Bewegung nothwendig erleiden mufs; sie
also abnehmen oder zunehmen, je nachdem diese K
ringer oder stärker ist. Ferner folgt aus der Natur
Oscillationen, dafs die Wellen nicht sofort aufhören,
der Wind sich legt, insbesondere wenn dieses plötzl
folgt, sondern noch eine Zeit lang mit gleicher, zuwei
gar mit vermehrter Kraft toben, wenn der Wind in d
fernung noch fortdauert. Es tritt dann das ein, w
Schiffer *hohle See* nennen, was der Beschreibung nac
zu bestehn scheint, dafs aufser den eigentlichen Well
gedehnte Vertiefungen und ihnen correspondirende Er
gen statt finden, vermuthlich weil aufser den gewöh
Schwingungen noch andere ungleich breitere statt finde
man dieses auch bei den schallenden Schwingungen wahr
indem kürzere und längere, einen höhern und tiefe
gebende, nicht selten gleichzeitig neben einander zu h
pflegen.

Digitized by Google

1) Hierdurch wird die Kraft der Wellen bedeutend
sert, noch mehr aber durch zwei andere Bedingungen,
ihre Gewalt bis ins Unglaubliche steigern, nämlich die
enung des Raumes, den die Wellenlänge einzunehmen
, und die Hindernisse des Bodens, gegen welche die
kämpfen. So wie nämlich die Welle sich mehr
, wenn sie sich weiter in die Länge ausbreiten kann,
e im Gegentheil höher werden, wenn sie in einen
Raum zusammengedrängt wird. Verflacht sich dann
nig der Boden, über welchem die Welle fortschreitet,
, so hindert dieses ihren Fortgang, sie kann an ihrer
n Seite weniger aufsteigen, als sie an ihrer hintern her-
, wenn sie gleich anfangs höher gehoben wird, und sie
ber allmälig abnehmen und sich endlich ganz verlie-
Enthält dagegen der Boden steile Erhöhungen, insbe-
Felsen und hauptsächlich solche, die mit Vertiefun-
chseln, so kann die vordere Welle nicht schnell ge-
rschreiten, die nachfolgende ereilt sie, die Wellen stür-
n einander, thürmen sich auf, es entstehn die *Was-*
le (*barres*), und man erhält die sogenannte *Bran-*
, wenn die See brandet, wobei man die dieses bewir-
n Felsen *Brecher* (*breakers*) nennt. Jedes felsige Ufer,
auch das anstofsende Meer unmittelbar daneben eine
von hundert und mehr Fufs hat, wie nur selten der
r, mufs solche Brandungen erzeugen, die desto stärker
, je tiefer und ausgedehnter das Meer ist, weil in glei-
Mafse hiermit die Gröfse der Wellen und dadurch ihre
ndigkeit, die Tiefe derselben im Wasser und die Ent-
, bis auf welche die Oscillationen im Ganzen sich er-
n oder eine Welle der andern folgt, zunehmen müs-
Kein Schiff kann der Gewalt des Wassers in diesen
ngen widerstehn, und selbst die geübtesten Schwimmer
gen nicht dagegen anzukämpfen, wenn sie nicht Ge-
chkeit genug besitzen, unterzutauchen und in dem tie-
nder stark bewegten Wasser fortschwimmend sich den
chen Stellen zu entwinden, was wohl nur einige un-
n wilden Stämmen, die als Küstenbewohner mit dem
ssig vertraut sind, wagen dürfen. Kleine Schiffe wer-
ch die Gewalt der sich brechenden Wellen umgestürzt
e die Tiefe herabgedrückt, gröfsere hierdurch zerbrochen

Digitized by Google

oder an den Felsen zerschellt und nur biegsame, den
len nachgebende Flofse und Rettungsboote von Kork
boats), die nicht untergehn können, hat man in Vorsch
bracht, um durch sie zu kommen. Sie sind vorzüglic
an manchen Theilen der Westküste von America, an d
sten von Senegambien[1] und im indischen Ocean, nam
bei Sumatra, wo Marsden[2] sie beobachtet hat. An d
sten dieser Insel ist die Brandung (*surf*) so unglaublic
dafs man das Brausen mehrere Meilen weit hört, und
Fälle vorgekommen, dafs Schiffe ganz umgekehrt wurd
dem die Spitzen der Masten im Sande steckten, ihr
Ende aber durch das Schiff getrieben war, ja sogar
von Segeln fand man zusammengedreht und zerrissen.
den die Wellen zwischen enge Ufer der Strommündun
sammengedrängt, wenn die Richtung ihrer Bewegun
das Strombette treibt, so entstehn die auffallenden
nungen, die unter dem Namen *Mascaret*, *Kastern*, *P*
u. s. w. bekannt sind[3], zwischen Felsen und Klipp
zeigen sich dann Phänomene, die denen beim *Sprun*
ähnlich sind, indem die in einen engen Raum zusam
drängten Wassermassen, durch stets nachfolgende Wel
trieben, zu 100 und nach Büffon selbst bis 200 F
porgeschleudert werden. So hat man unter andern
nommen, dafs das Wasser bis 100 Fufs hoch über den
thurm bei Eddystone emporspritzte und also eine absolu
von 180 Fufs erreichte.

77) Hieraus erklärt sich dann auch leicht die gro
walt, welche die Wellen ausüben; denn obgleich s
aus einer fortgehenden Bewegung des Wassers bestel
giebt doch der sich hebende Wasserberg die Masse
Fortschreiten desselben die Geschwindigkeit, welch
Gröfsen als Bedingungen des mechanischen Moment
Grunde liegen. Zu einer numerischen Bestimmung der
welche die Wellen auszuüben vermögen, scheinen

1 S. Adanson's Reisen. S. 26.

2 Natürliche und bürgerl. Beschreibung der Insel Sumat
d. E. Leipz. 1785. S. 47.

3 S. *Strom*.

4 S. Art. *Sprungkegel*.

derlichen Thatsachen zu fehlen, da es einen Unterschied
t, ob die gegen einen Gegenstand stofsende Welle zu-
mit ihrem untern Theile anlangt, ob eine frühere kleinere
le und die geringe Wassertiefe sie zurückhält, ob sie ge-
oder in einem Winkel trifft u. s. w.; allein wenn man
von abstrahirt und berücksichtigt, aus was für einer Was-
masse die Welle besteht, die sich mit einer Geschwindig-
von ungefähr 40 Fufs in einer Secunde bewegt, so er-
man mindestens einen genäherten Ueberschlag der aufser-
lichen Kraft, welche hierdurch ausgeübt werden kann.
nun wird das knarrende Geräusch in den Schiffen erklär-
, welche aus dem gesundesten Holze mit unübertrefflicher
digkeit zusammengefügt jeder Gewalt, um so mehr der des
ingen Wassers, trotzen zu können scheinen und dennoch
n Stofse der Wellen bis zur wahrnehmbaren Aenderung ih-
Gestalt, bis mindestens zu einiger Biegung nachgeben. So
kt es auf KRUSENSTERN's Reise, dafs eine Welle, nach-
sich die Richtung des Sturmes plötzlich geändert hatte,
Planken der Cajüte zerschlug und einen Theil des Was-
in das Innere des Schiffes trieb. Ebenso wurde auch
von v. KOTZEBUE, als er sich einst bei einem heftigen
rme auf dem Verdecke befand, von einer ungeheuren Welle,
deren Annäherung er mit Schrecken wahrnahm, betäubt nie-
geworfen, so dafs er einige Tage das Bette hüten mufste.
n den vier bei ihm befindlichen Matrosen wurde einer in
See geschleudert, ein anderer brach ein Bein und die bei-
, welche das Steuerruder hielten, wurden stark beschädigt;
Steuerrad war zerschlagen und der Vordermast, ein Bal-
von zwei Fufs Durchmesser, fand sich zerschmettert[1].
MUSTER[2] legte einst 8 Steine, deren Gewicht von etwa
bis 12000 ℔ betrug, auf einen Damm, um die Gewalt zu
rsuchen, welche die Wellen bei wiederkehrender Fluth ge-
wie auszuüben vermöchten; sie wurden aber insgesammt,
nige bis 50 Fufs weit, fortgestofsen und zuletzt ins Meer ge-
rfen. Durch die gehörige Würdigung der hierbei thätigen
fte wird dann auch erklärlich, wie die Meereswellen enor-
e Felsmassen überbeugen, so dafs sich Sand darunter anhäuft

[1] Literarisches Wochenblatt 1818. N. 21.
[2] A. o. a. O.

Digitized by Google

und sie zu wachsen scheinen (§. 7.), und wie sie Ges (*Drift Stones*) von ungeheurem Gewichte aus dem auf das Land zu werfen vermögen. Häufig geschieht an den brittischen Küsten, wo die Wächter auf den L thürmen sie *Travellers* nennen. Einer von diesen S welcher einst bei Bell-Rock Lighthouse an der Ostküst Schottland auf das Ufer geworfen wurde, hielt 30 Kn und wog mehr als zwei Tonnen[1] und bei Castle Stu Inverneſs-Shire wurde einst ein ähnliches Geschiebe in Nacht 260 Yards weit fortgestoſsen[2]; am auffallendste ist, daſs einst der Leuchtthurm zu Eddystone, so siche der kostbare Bau desselben seyn sollte, vom Sturme gä zerstört wurde, indem selbst das Fundament verschw war, und einige Glieder der zum Anhalten der Schiff nenden Kette sich so fest zwischen die gehobenen Fels klemmt fanden, daſs sie mit Schieſspulver herausgespreng den muſsten.

78) Ein höchst merkwürdiges, seit den ältesten bekanntes Problem ist das Besänftigen der Wellen durc oder überhaupt durch jede über dem Wasser oberflächlic verbreitende Flüssigkeit[3]. Schon ARISTOTELES[4] gieb das Meerwasser werde durch aufgegossenes Oel durchsic ein Mittel, dessen sich die Fischer bedienen, um nac durch geebneterer Oberfläche besser sehn zu können. TARCH[5] wiederholt die Angabe des ARISTOTELES und Erklärung ausführlicher, nämlich daſs der Wind von de ten Oberfläche abgleite und daher keine Wellen bilden widerlegt diese aber mit der Erfahrung, daſs die Tauche in den Mund nehmen, um nach dem Ausspeien des unter dem Wasser besser zu sehn. Auch PLINIUS[6] be bloſs die Thatsache, daſs nämlich Oel das Meer besä

1 Edinb. Phil. Journ. N. V. p. 42.

2 G. LXIX. 105.

3 E. H. WEBER u. W. WEBER haben in ihrem mehrerwähnten ke: Wellenlehre auf Experimente gegründet u. s. w. Leipz. 1 S. 60 ff, alles zusammengestellt, was über dieses Problem bish handelt worden ist.

4 Problem. XLI. Sect. XXII. u. XXIII.

5 Quaest. Natur. Cap. XII.

6 Hist. Nat. Lib. II. cap. 103 u. 106.

durchsichtiger mache, ohne eine Erklärung hinzuzufügen.
ge[1] beziehn hierauf eine Angabe des CANISIUS[2], welcher
n den Wundern des CUDBERTUS erwähnt, dafs er einem
ter zu einer Seereise geweihtes Oel mitgegeben habe,
rch dieser im Stande war, das durch Sturm bewegte
r sogleich zu besänftigen, und eine Stelle im ERASMUS[3],
n vom Ausgiefsen alles vorhandenen Oels in das Meer
ein wird; allein die erstere Nachricht bezieht sich ohne
eifel auf die Wunderkraft des geweihten Oels im Allge-
ein und auf ähnliche Weise ist vermuthlich auch die
eite Stelle zu deuten. Viel beweisender, dafs die Kennt-
s dieses Mittels sich fortwährend erhielt, ist die gleichfalls
gezogene Aeufserung LINNÉ's[4], welcher von GRONOV hörte,
lländischen Grönlandsfahrer nähmen stets einige Fässer
Oel zur Besänftigung der Wellen mit, auch heifst
, dafs bei einem Brande in London Oel in den Flufs ge-
en wurde, um es dem Feuer zu entziehn, wobei man
n bemerkte, dafs augenblicklich die Wellen ruhiger wur-
n, wie denn auch ein altes Gesetz verordnen soll, wenn
i einem Sturme Güter über Bord geworfen würden, das
rst die Ladung etwa befindliche Oel zuerst auszuschütten.
Endlich kann hierhin gerechnet werden der Gebrauch einiger
portugiesischen, spanischen und italienischen Matrosen, das Spül-
asser mit den Resten des Fettes der Speisen in das Meer
schütten, als ein Opfer auf die Lampe einer gewissen Nossa
ehora zur Besänftigung des Meeres[5].

79) Der erste, welcher in neuern Zeiten diese Aufgabe
s eine wissenschaftliche behandelte, war der berühmte FRANK-
in[6]. Dieser erfuhr durch BROWNRIGG, dafs nach der Aus-
ge GILFRED LAWSON's die Austernfischer unweit Gibraltar
e Bewegung des Meeres durch etwas ausgegossenes Oel be-
ichtigen, um besser unter dem Wasser sehn zu können. Fer-
r hörte er, dafs die Taucher im mittelländischen Meere zu-

---

1 Otto in Allg. geogr. Ephem. Th. II. S. 516.
2 Lect. ant. T. II. p. 8. ed. Basn.
3 Colloq. e rec. P. Rabii. Ulm 1747. p. 262.
4 Reise durch Westgothland. S. 304.
5 Gött. Mag. Jahrg. II. St. VI. S. 332.
6 Phil. Trans. T. LXIV. P. II. p. 445. Journ. de Phys. T. LXV. p. 27.

Digitized by Google

weilen etwas Oel aus dem Munde lassen, um besser s
können; auch erzählte ihm ein alter Capitain, dafs d
mudier Oel auf das unruhige Meer giefsen, um die Fis
sehn, die sie fangen wollen. Als fernere Beweise dient
die Angabe PENNANT's[1], dafs die schottischen Fischer
wesenheit der Seekälber aus der Ruhe des Meeres über
erkennen, wenn sie einen fetten Fisch fressen, ferner
merkung, dafs der von den Wallfischfängern im Ha
Newport ausfliefsende Thran die See ruhig mache, u
allen Dingen eine ausführliche Erzählung TENGNAGEL's
bei der Insel Amsterdam einst ein Schiffscapitain währ
nes Sturmes wiederholt kleine Quantitäten Oel ins Mee
fsen liefs, dadurch die Wellen besänftigte und sein
vom Untergange rettete. Uebereinstimmend hiermit
LELYVELD[2], dafs die Fischer im Texel das Wasser dur
besänftigen, wenn sie Butten fangen wollen. Um die
zu prüfen, gofs FRANKLIN auf einen Teich nur einen
gen Theelöffel voll Oel und bemerkte zu seiner Verw
rung, dafs eine Fläche desselben von $\frac{1}{4}$ Acre, über welc
Oel sich ausbreitete, sofort spiegelglatt wurde. Diesen
such wiederholte er nachher mehrmals mit gleichem E
und dabei entdeckte er zugleich eine von denjenigen Er
nungen, welche später die Aufmerksamkeit vieler Physik
sich gezogen haben[3]. Er sah nämlich, als er seinen V
in SMEATON's Gegenwart wiederholen wollte, dafs ei
Oel ertränkte Fliege auf Wasser geworfen sich schnel
sich selbst drehte, wodurch er veranlafst wurde, kleine S
chen Holz oder Papier am einen Ende mit Oel zu bestre
und dadurch eine Umdrehung derselben auf dem Wass
bewirken. Die Gebrüder WEBER[4] haben diese und ähn
Versuche mit Rübsenöl, Olivenöl, Mandelöl, Terpentinöl,
kenöl, Bergöl und Hirschhornöl wiederholt und gefunden,

1 Brit. Zool. 1776. T. IV. Art. Seal.

2 Essay sur les moyens de diminuer les dangers de la me
l'effusion de l'huile cet. Amst. 1776. S. Gött. Gel. Anz. 1777. S
S. 179.

3 Vergl. *Adhaesion*. Bd. I. S. 199.

4 Wellenlehre S. 78. CHALLIS scheint diese vielen Thats
nicht gekannt zu haben, als er das Phänomen bekannt machte.
London and Edinb. Phil. Mag. N. XLVII. p. 283.

diese sich über einer Wasserfläche mit grofser Gewalt breiten, so dafs sie kleine Körperchen fortstofsen, selbst wenn sich über Kalkwasser eine feine Haut gebildet hat. Am interessantesten sind die Erscheinungen, wenn man kleine Papierschnitzeln oder Stücke von der Fahne einer Feder am einen Ende nur am Rande mit etwas Oel, wozu Nelkenöl am geeignetsten ist, bestreicht und auf Wasser wirft, indem man dadurch die verschiedensten Drehungen hervorbringen kann. Wenn die Oele sich gleichzeitig über der Wasserfläche ausbreiten, so spielt die dadurch erzeugte dünne Haut mit Regenbogenfarben. Aehnliche Phänomene zeigen kleine Stückchen Kampfer, die man am einen Ende anzündet. Wirft man ein mit Lavendelöl getränktes Stück Zucker in Wasser bis etwa $\frac{1}{4}$ Zoll tief unter dessen Oberfläche, so werden von dem sich auflösenden Zucker kleine Quantitäten Oel fortgetragen, die bei ihrer Ankunft auf der Oberfläche sich so gewaltsam ausbreiten, dafs dadurch kleine Wellen entstehn. Die Erscheinungen werden verstärkt, wenn man dem Wasser vorher so viel kaustisches Kali oder ätzenden Kalk zusetzt, als es aufnehmen kann. Aus allen Umständen geht übrigens deutlich hervor, dafs die Adhäsion des Oels zum Wasser hierbei die wirkende Ursache und also die gegebene Erklärung der sonderbaren Bewegungen des Kampfers die richtige sey.

Franklin wollte die Kraft des Oeles zur Besänftigung der Brandung ausmitteln, wie er gehört hatte, dafs dieses auch die Fischer zu Lissabon geschehe, wenn sie in den Hafen einlaufen wollen, und er stellte daher mit dem Capitain Clark in Gegenwart von Bancks, Solander und Blagden einen Versuch an, indem er von einer segelnden Barke aus fortwährend Oel in einem kleinen Strome auf die brandenden Wellen gieſsen liefs, während am Ufer der Küste und in einem vor Anker liegenden Boote die Wirkung desselben beobachtet wurde. Die Brandung ward dadurch nicht aufgehoben, jedoch schienen die kleinen kräuselnden Wellen beseitigt, und wo das Oel sich ausbreitete, entstand eine beruhigte Strecke, die ein zufällig vorbeisegelndes Schiff zur Fahrt wählte. Lelyveld erzählt aufser dem oben Angegebenen noch eine Menge andere Beispiele von der besänftigenden Kraft des Oeles und v. Zach[1] stimmt der Meinung des

[1] Correspondance astron. 1822. Cah. XXVII. p. 492.

P. Frisi[1] nicht bei, welcher diese Kraft des Oeles ga
Zweifel zieht, vielmehr erzählt er, dafs ein Mitglied de
ciété Roy. humaine im Jahre 1800 vorgeschlagen habe,
mit Feuerspritzen über das Meer zu spritzen, wenn ma
strandete Schiffe retten wolle, weil man nur dann mit
ihnen Hülfe leisten könne, und gründete, als erfahrner See
diesen Vorschlag auf verschiedene Beispiele, in denen
Kraft des Oeles selbst bei seinem und andern Schiffen
genommen hatte. Ferner erzählt Osorezkowsky[2], da
einst bei stürmischem Wetter sein Schiff am Ausfluss
Wolchawa in den Ladoga-See vor Anker gelegt und in
Malen nach einander im Ganzen 42 ℔. Leinöl ins Wasse
gossen habe. Dadurch sey die ganze Strecke so eben als
Spiegelfläche geworden und es habe geschienen, als o
Wellen durch die Last des Oeles niedergedrückt würden.
überzeugendsten sind wohl ohne Zweifel die Thatsachen,
che C. E. M. Richter[3] hierüber mittheilt. Einst sta
auf Porto Santo am Ufer und sah, wie ein Schiff von
Ankern losgerissen in den Wellen zu Grunde ging.
zeigte sich mitten in der Bay ein Boot, welches dem Sc
zugetrieben wurde, und als es ihn eben erreicht, schie
Meer um dasselbe still zu werden, denn es hatte ein An
als bei völliger Ruhe. Die Wellen erhoben sich aber
wieder und schleuderten, jedoch ohne zu branden, das
hoch auf den Strand; die Menschen sprangen heraus und
ten der Höhe zu, um nicht von den nachfolgenden W
eingeholt zu werden. Die Ursache dieses günstigen Aus
ges war ein Fäfschen mit Oel, dessen Boden im Augenbl
des Landens eingeschlagen wurde, so dafs der Inhalt sich
dem Wasser ausbreitete und die tobenden Wellen auf e
Augenblick besänftigte.

80) Viele haben sich bemüht, das Phänomen zu er
ren, welches allerdings sehr auffallend ist, da man kaum
greift, wie eine so geringe Quantität Flüssigkeit die u

1 Opusc. filos. Milano 1781. Diss. III. dell' azione dell' olio
acqua. p. 59.

2 Halle Magie Th. IV. S. 566.

3 Reisen zu Wasser und zu Lande. Dresden 1821. Th
S. 66 ff.

liche Kraft der Wellen zu bändigen vermöge. Dieses ist einigen der bisher genannten Zeugen für die Richtigkeit der sache unter andern versucht worden durch ACHARD[1], WALL, ival[2], PATTERSON[3], MEISTER[4], MÜLLER[5], ROBINET[6] illani[7]. Nach ARISTOTELES liegt die Ursache darin, dafs Wind über der glattern Fläche des Oeles abgleitet. FRANK- ob wohl ein, dafs eine so geringe Quantität einer fetti- Flüssigkeit die vorhandenen Wellen nicht eigentlich nie- lächen könne, allein er berücksichtigte zugleich die Ent- ung der Wellen, sofern der Wind durch sein Anhängen da Wasser nur eine kleine Welle erzeugt, die dann, in- sie niedersinkt, eine andere entstehen macht, und so er- zuletzt das bedeutende Aufthürmen des Wassers durch stets erneuerten Impuls, wie wenn man eine Glocke durch n geringen Druck mit dem Finger in Bewegung setzt und en geringen Stofs stets wiederholt, wodurch zuletzt Oscil- nen entstehn, denen nichts zu widerstehn vermag. Hört dieser kleine Impuls auf, so werden auch die Schwin- gen abnehmen und aufhören. Das Oel breitet sich auf der en und obendrein abstofsenden Fläche des Wassers aus, Wind gleitet darüber hin und kann daher die ersten llen (die nach FRANKLIN in ihrem Fortgange durch stets uen Impuls zu den gröfsern anwachsen) nicht bilden. Man nde sie daher gänzlich durch dieses Mittel zu stillen ver- gen, wenn man ihren Anfang, wie bei einem Teiche, er- chen könnte, aber auch die bereits gebildeten werden da- ch vermindert, indem die kleinen, die über den gröfsern s Neue zu entstehn pflegen, nicht mehr gebildet wer- n, und vielleicht drückt auch der Wind die grofsen durch hinfahren über die glatte Oberfläche nieder. PATTERSON, ann und andere finden die Ursache hauptsächlich in der gewirkung der in den ungleich specifisch schweren Flüs- keiten entstehenden Schwingungen, die sich eben dadurch

---

1 Samml. physik. und chem. Abh. Th. I. S. 83.
2 Manchester Mem. T. II.
3 Amer. Phil. Trans. T. III. Vergl. Bibl. Brit. T. IX. p. 1.
4 Comment. Soc. Reg. Gott. 1768. p. 35.
5 Götting. Magaz. Jahrg. II. St. 6. S. 823.
6 Journ. de Phys. T. LXV. p. 277.
7 Bragnatelli Giorn. T. I. p. 257.

Digitized by Google

einander aufheben müssen. Das Oel würde also hiernach gleiche Weise wirken, als die Strohkränze, welche Transportiren des Bieres in offenen Gefäfsen auf die Obe che der Flüssigkeit gelegt zu werden pflegen, um das ausspritzen zu verhüten, oder wie die leichten hölze Kreuze, deren sich die Milchträgerinnen zu gleichem Zw bedienen. Achard räth daher auch, durch eine Anzahl rer Tonnen oder mit Luft gefüllter blechener Kasten die benden Wellen zu besänftigen. Müller und vorzüglich Gebrüder Weber zeigen indefs genügend, dafs die von stoteles und später von Franklin gehegte Ansicht in Hauptsache die richtige sey, und suchen daher die Urs des merkwürdigen Phänomens theils in einer geringen Bind der Oberfläche des Wassers durch das sich ausbreitende theils und hauptsächlich in der glättern Oberfläche, welche Anhaften des Windes und daher die Bildung der klei Wellen, die auf jeden Fall die Wirkung im Ganzen ver ken, so wie auch das Ueberschlagen der Kämme der fsen Wellen, nicht gestattet. Zugleich mag Franklin d wohl Recht haben, dafs dann der Wind momentan mehr derdrückt und besänftigt, als stets neu aufregt, und es b ben alsdann nur die regelmäfsigen, einmal erregten gr Wellen übrig. Dann ist aber zugleich auch ein Umstand berücksichtigen, welchen Richter mit Grunde hervorgeho hat. Das Oel bewirkt nämlich, dafs die Wellen, die s am Strande brechen würden, sich wie ein dicker Wulst das Ufer wälzen und das Schiff, anstatt es an die Kante setzen und dem Schlagen der kräuselnden Wellen blofszust len, so weit auf den Strand hinaufschieben, dafs die nachf genden dasselbe nicht mehr erreichen können und nur schwa dagegenstofsen. Das Oel wird mit Erfolg auch dann ang wandt, wenn ein Fahrzeug bereits auf den Strand, aber nic hoch genug gesetzt ist, um die kleinern Wellen so weit besänftigen, dafs die nächst gröfsere dasselbe wieder hebt u höher auf dem Strande in flacherem Wasser absetzt.

81) Die dritte Art der Bewegung des Meeres, aufser d Ebbe und Fluth und den Wellen, geben die verschieden *Strömungen.* Als allgemeine Ursachen derselben kennt m die Rotation der Erde, die Anziehung der Sonne und d Mondes, den Unterschied der Temperaturen und vorzügli

Winde; diese, in Verbindung mit der Gestalt der Länder
d Küsten, der wechselnden Tiefe des Meergrundes und
stigen örtlichen Verschiedenheiten, bedingen die Gröfse,
chtung und Dauer der Meeresströme. Rücksichtlich ihrer
uer sind sie beständige oder wechselnde, und die letztern
tweder periodische oder veränderliche, in Beziehung auf
re Tiefe unterscheidet man aber *ganze Ströme* (*bodily current*), *Unterströme* und *Oberströme*. Man entdeckt sie durch
n Einflufs, den sie auf die Schiffe oder sonstige in sie kom-
ende Körper ausüben, jedoch sind sie im tiefen Wasser
cht leicht aufzufinden, und noch schwieriger ist es, ihre Ge-
hwindigkeit genau zu messen. Ganze Ströme und Oberströ-
e werden leicht durch das Forttreiben der Schiffe oder son-
ger auf ihnen schwimmender Körper gemessen und im seich-
Wasser am leichtesten und sichersten dadurch, dafs man
n schweren Körper auf den Boden hinabsenkt und die
bestimmt, während welcher sich ein Boot eine gewisse
che von ihm entfernt. Wenn man aber, wie gewöhn-
geschieht, einen schweren Körper, z. B. einen eisernen
el, an einem Taue hinabsenkt und dann die Richtung
ohl, als auch die Geschwindigkeit aus der Ablenkung des
nes von der verticalen Linie bestimmen will, so ist dieses
unsicheres und oft ein gar nicht anzuwendendes Mittel,
fern es blofs das Verhältnifs der Bewegungen an der Ober-
he und in gröfserer Tiefe angiebt. Um die Richtung und
hwindigkeit der gröfsern, für die Schifffahrt bedeutenden
mungen aufzufinden, wenn man kein Land sehen und das
ff nicht vor Anker legen kann, pflegt man den Lauf des
ffes aus der Beobachtung der Länge und Breite und nach
Schiffsrechnung zu bestimmen, deren Unterschied als eine
ge der Strömungen betrachtet wird. Es erfordert jedoch
e Aufmerksamkeit, die Schiffsrechnung mit gehöriger Ge-
igkeit für diesen Zweck zu führen[1].

82) Die gröfste Meeresströmung ist die allgemeine west-
e[2] des ganzen Oceans in der äquatorischen Zone und an

1. Same Account of Experiments cet. p. 426.

2. Der bei den Schiffern eingeführte Sprachgebrauch ist, dafs
Wind nach derjenigen Weltgegend benannt wird, woher er
mt, das Wasser dagegen, wohin es fliefst. Der unter den Tro-

Digitized by Google

vielen Stellen noch darüber hinaus. Sie heifst von der gend, der sie angehört, *Aequinoctialströmung* und b darin, dafs die Gewässer der grofsen Oceane in einer Rich von Osten nach Westen mit einer Geschwindigkeit von gefähr zwei bis drei geographischen Meilen in einem Tage men, so dafs die Schiffe in ebendieser Richtung durch dieser Strömung und zugleich des ebendaselbst herrsch Passatwindes schnell segeln, mithin den Weg von E nach Ostindien in verhältnifsmäfsig kurzer Zeit zurück würden, wenn die Landenge von Panama ihnen einen D gang verstattete. Man trifft sie im atlantischen Meere schen Africa und America, dann findet sie sich wieder im len Oceane, geht bis zum indischen Meere fort durch Meerenge von Java, beugt sich um die Südspitze von und kommt wieder in der magellanischen Meerenge zum schein. Unter dem Aequator ist sie im Ganzen rein we nordwärts vor demselben wird sie etwas nordwestlich, wärts von ihm südwestlich, unter höhern Breiten geht sie in anders gerichtete, durch anderweitige Bedingungen er Strömungen über, die sie gröfstentheils veranlafst.

Wenn man die Ursachen dieser Strömung aufsucht könnte es auf den ersten Blick zweifelhaft scheinen, ob unter dem Aequator gleichfalls herrschende beständige wind, der Passatwind, Ursache dieser Bewegung des M sey oder umgekehrt, da es nichts Widersprechendes einsch anzunehmen, dafs die Luft vermöge ihrer Adhäsion zum W ser in der nämlichen Richtung, worin letzteres strömt, fortgerissen würde; allein bei genauerer Betrachtung unter die erstere Annahme wohl keinem Zweifel; denn die östl Luftströmung zeigt sich auch über weit ausgedehnten Eb auf dem Continente und aufserdem ist sie schneller als die Wassers. Als Hauptursache dieser Aequinoctialströmung jedoch der stete Wechsel der Ebbe und Fluth in Verbin mit dem Einflusse, welchen der Umschwung der Erde um i Axe herbeiführt, anzunehmen. Denkt man sich nämlich,

---

pen wehende Passatwind heifst daher Ostwind, der Strom des in g cher Richtung fliefsenden Wassers müfste dagegen Weststrom heifs wie man ihn zuweilen nennt. Meistens redet man von westlicher S mung.

Digitized by Google

Mond, wenn man diesen wegen seiner stärkern Wirkung Uebergehung des ähnlichen Einflusses der Sonne allein ksichtigt, binnen etwa 25 Stunden von Osten nach We- scheinbar um die Erde läuft und das Meer so in die Höhe , dafs es ungefähr 2,5 Stunden nach dem Durchgange die- Trabanten durch den Meridian eines Ortes unter ebendie- eine gröfste Höhe erreicht, so folgen hieraus zwei Wir- gen nothwendig. Zuerst mufs das Wasser hinter dem fort- enden Monde her gezogen werden und durch die stets wir- de Kraft endlich nach dem Gesetze der Trägheit eine ei- e Bewegung von Osten nach Westen erhalten. Zweitens wird das Gewicht der Wassersäulen an den angezogenen len unter dem Aequator durch diese Anziehung geringer len, die hierdurch erzeugte Umwandlung der runden Erd- zur elliptischen Form mufs sich auch nach den Polen rstrecken und der Druck des Wassers daselbst unter den- n Meridianen, unter denen die Fluth ihr Maximum er- hat oder welche gerade vom Monde am stärksten an- gen werden, mufs also zunehmen. Hierzu kommt als irkende Bedingung, dafs das Meer unter dem Aequator verdunstet, der erzeugte Wasserdampf durch Luftströ- gen nach den Polen hin abfliefst und zum grofsen Theile en gemäfsigten Zonen und den Polargegenden als Hydro- ore wieder herabfällt, wodurch also die Masse des Meer- rs dort unausgesetzt vermindert, hier dagegen vermehrt . Aus beiden Ursachen mufs nothwendig ein stetes Strö- des Wassers von den Polargegenden nach dem Aequator statt finden. Hätte die Erde keine Umdrehung um ihre , so würde hieraus eine wechselnde Strömung, gröfsten- s in der Tiefe, von den Polen zum Aequator und vom Ae- or wieder auf der Oberfläche nach den Polen hin entstehn. Neh- wir aber an, dafs ein unter dem Pole befindliches, an der ion der Erde nicht theilnehmendes Wassertheilchen in einer chwindend kleinen Zeit plötzlich unter den Aequator ge- e, so würden sich die äufsersten Puncte der Erde mit r Geschwindigkeit von ungefähr 1400 Fufs in einer Se- de unter demselben in der Richtung von Westen nach en wegbewegen, oder wenn man diese Rotationsbewegung, wirklich der Fall ist, nicht wahrnähme, so würde es selbst einer *gleichen* Geschwindigkeit sich in entgegengesetzter

Digitized by Google

Richtung zu bewegen scheinen. Es mufs daher jedes W theilchen, welches von den Polen dem Aequator zufliefs um so viel schnellere Bewegung von Osten nach Westen men, je mehr und in je kürzerer Zeit es sich dem Ae nähert, durch seine Adhäsion an die übrigen Wasserth aber, welche an dem Unschwunge der Erde um ihre A reits Theil nehmen, um so viel mehr verzögert werden, je es mit ihnen in Berührung bleibt oder je längere Zeit braucht, um aus den höhern in die niedern Breiten zu gen. Hieraus wird also deutlich, auf welche Weise den vereinten Einfluſs der Ebbe und Fluth und der R der Erde die allgemeine westliche Strömung der Meere Aequinoctialgegenden entstehn müsse.

83) Unter den verschiedenen Strömungen, welche diese allgemeine westliche erzeugt oder mindestens werden, ist für Europa der *Golphstrom* bei weitem der tigste. Man darf annehmen, dafs diese ganze Strömun Ursprung dicht an der africanischen Küste erhält und dem Namen des *äquatorischen Stromes* den Küsten Au entgegenfliefst. Nach Rennel[1] erhält er seinen Anfa mittelbar unter dem Aequator, indem nördlich über d ben gerade die entgegengesetzte Strömung herrscht, w starke Ströme einander parallel nach ganz entgegenge Richtungen fliefsen. Im Meridian von St. Thomas i nördlichste Grenze zwischen 2 bis 3 Grad südlicher seine Richtung genau westlich zwischen 7°,5 östl. u westl. Länge von Greenwich und seine Geschwindigk gefähr 40 Seemeilen in 24 Stunden. Unter 8° westl. und 5° südl. B. ist die Richtung der allgemeinen St von S. O. herkommend, diese stöfst also schräg geg Aequatorialstrom und dient hierdurch zu seiner Unterst Unter 23° westl. L. theilt er sich in zwei Arme, deren etwas nach N. W. gerichtet sein Wasser in das atla Meer ausbreitet, der andere dagegen, bei weitem der st nimmt eine Richtung nach S. W. hin an und behält di bis an die Küsten von America, wo er durch den Vor der Küste zwischen Cap St. Roque und Cap St. August

1 Investigation of the Currents of the Atlantic Ocean. 1832. Vergl. Sabine Account of Experiments cet. p. 441.

nah in zwei Arme theilt, deren einer eine südwestliche, andere eine nordwestl. Richtung erhält. Der erstere geht längst americ. Küste hinab und trägt zur Erzeugung der bedeutenströmung in der Magellan'schen Strafse bei, die wieder mit Strömungen der Südsee zusammenhängt, der andere läuft in Richtung nach N. W. unfern der americanischen Küste ng, anfangs mit etwa 62 Seemeilen Geschwindigkeit, von an aber mit der enormen Schnelligkeit von 99 Seeen in 24 Stunden, welche näher bei der Küste allmälig auf etwa 12 Meilen in derselben Zeit abnimmt. Diese Geschwindigkeit behält er jedoch nicht lange, sondern sie wird weniger als 20 Meilen vermindert, welche ihm unfern Jaan noch bleiben, und jenes Maximum erreicht er nur durch Einfluss des schräg auf ihn stofsenden Amazonenflusses. Diese Weise strömt der Hauptarm des Aequatorialstromes mit wechselnden Krümmungen und veränderlicher Geschwinin den mexicanischen Meerbusen, wendet sich in dieGolph ungefähr in einem Halbkreise und strömt zwischen Canal und Florida unter dem Namen des Golphstromes aus.

Der *Golphstrom*[1], dessen Anfang in den Golph von Mexico gesetzt wird, besteht in der Hauptsache aus dem warmen Wasser, welches der Aequatorialstrom in jenen Meerbusen zubringt und dessen Temperatur noch durch unterirdische Wärme in der Gegend der Antillen vermehrt wird, so ungeachtet der Aufnahme des kältern Wassers der Ströme, von Norden her sich in jenes Meer ergiefsen, seine Temperatur von Sabine im November noch = 27° C. gemessen hat. Dieses ist also die Wärme des Wassers beim Anfange dieses Stromes und seine Geschwindigkeit wurde von ebendemselben mit grofser Genauigkeit = 70 Seemeilen in 24 Stunden gemessen. Die hier angegebene Geschwindigkeit in seiner Mitte ist gröfser als an den Seiten, aber höchst merkwürdig scheint es scheinen, dafs sie nach Sabine's Messung weiter zwischen Charlestown und Cap Hatteras geringer wird, aber jenseits des letzten Ortes bedeutend und zwar bis

[1] Eine Zeichnung der Breite und Richtung dieses merkwürdigen Stromes findet sich in John Melish Reise nach den vereinten Staaten. Weim. 1819. S. 29.

zu 77 Seemeilen in 24 Stunden zunimmt. Diese Me
wurde jedoch im Winter gemacht, und Sabine glaubt,
in dieser Jahrszeit das Verhalten gerade das umgekehr
Hiernach soll der Strom bei seinem Eintritt in das atlan
Meer aus dem Meerbusen von Florida im Sommer eine
schwindigkeit von 80 Seemeilen in 24 Stunden haben
seiner Richtung nach NO. an den Küsten America's hin
Hindernifs finden, vielmehr durch seine westliche Ausbr
in die grofse Bucht zwischen Hatteras und Nantucket b
ter 70 Seemeilen Geschwindigkeit in 24 Stunden herab
Im Winter dagegen soll das Niveau des Meerbusens vo
xico abnehmen (vielleicht weil periodische Regen und
sich mehr nach Süden hin ziehn), dagegen stärkere Str
gen gegen die nördliche und westliche Seite des Stro
Folge der nördlichen und nordöstlichen Winde statt
welche das Wasser desselben hindern, die Bänke von Na
und St. Georg bei Neufundland zu erreichen, dageg
Wassermasse des Meeres zwischen Cap Hatteras und
tucket aufhäufen und die Geschwindigkeit des Strome
die anfängliche erhöhn. Diese Ansicht stimmt ganz
überein, dafs v. Humboldt[1] die Geschwindigkeit des S
unter etwa 26° N. B., also nachdem er sich nach seinem
tritte aus dem Bahama-Canale ganz nach Norden gewa
im Mai = 80 Seemeilen in 24 Stunden fand, welche
Fufs in 1 Secunde beträgt, und an einigen Stellen s
Geschwindigkeit noch gröfser seyn. Seine Richtung bel
von hier an bei, bis er durch die grofse Bank von Ne
land abgewandt wird, und seine Breite, welche Bost
genüber etwa 80 Seemeilen beträgt, bleibt sich an der
canischen Küste ziemlich gleich, die Temperatur aber v
dert sich allmälig, doch ist sie in der Gegend der grofse
von Neufundland, nach einer Strecke von mehr als 100
meilen, noch gegen 21° bis 22° C., statt dafs die der M
oberfläche dort nicht mehr als 9° bis 10° C. beträgt. V
Erreichung der genannten Bank wendet er sich östlich
strömt in dieser, auch wohl in südöstlicher Richtung na
Azoren, über welche er nach Rennel selten hinausgeht
dem sein Wasser, in dem des Oceans ausgebreitet, sich

1 Reisen. D. Ueb. Th. I. S. 88 ff.

Küsten Africa's wendet. Inzwischen fand SABINE[1] zwi- 33° bis 38° und selbst bis 44° N. B. und zwischen bis 16° westl. Länge von Greenwich eine so ungewöhn- höhere Temperatur des Meeres, dafs er diese nur von ei- Fortsetzung des Golphstromes ableiten konnte, wobei er andere Beispiele, namentlich von FRANKLIN[2], anführt, der eine solche vermehrte Wärme unter dem 45sten Grade bis nach dem Meerbusen von Biscaya hin wahrnahm. Ausnahmen betrachtet er als Folgen ungewöhnlich star- Stürme, die eine gröfsere Menge Wasser in den caraibi- und mexicanischen Meerbusen zusammenpressen, so dafs Golphstrom dadurch eine gröfsere Gewalt erhält, oder auch stärker Stürme, die das Wasser desselben diesseits Ameri- den europäischen Küsten näher bringen. Dafs solche Aus- durch ihren Einfluſs auf die Witterung ungewöhnli- Erscheinungen der letztern herbeiführen müssen, die in wahrgenommen unerklärlich scheinen, läfst sich nicht Golfstrom noch aus durch seine tief blaue Farbe eine Menge Meergras, welches er mit sich führt. Nicht ein eigener Arm dieses Stromes, dessen Existenz je- SCORESBY[3] annimmt, als vielmehr eine bedeutende Quan- seines Wassers, die nach der Menge und Stärke westli- und südwestlicher Winde zunimmt, fliefst in den Canal, den Küsten Englands, Irlands, selbst nach den hebridi- Inseln und den norwegischen Küsten, woraus man die Temperatur jener Gegend, als welche ihrer Breite zu- ableitet. Manche Gegenstände, die von den america- Küsten dorthin getrieben werden, dienen als weitere dieser Annahme[4]. Diese allgemeine Bewegung des aus niedern Breiten nach den höhern erreicht jedoch skandinavischen Küsten ihr Ende nicht, sondern geht weiter über Nova-Zembla und Spitzbergen hinaus, je-

[1] Account of Experiments cet. p. 429.
[2] Transact. of the Amer. Soc. T. II. p. 315.
[3] Account of the Arct. Reg. T. I. p. 206.
[4] Vergl. Hydraulic and nautical observations cet. by Governor Lond. 1787. 4. BLAGDEN in Phil. Trans. Tom. LXXII. p. 331. in Transact. of the Amer. Phil. Soc. T. II. p. 325. RUM- in G. I. 458. Quarterly Review N. XXXVI. p. 441.

Digitized by Google

doch ist nicht anzunehmen, dafs der Strom in die Tie
abgehn sollte, vielmehr verliert er seine höhere Tem
durch seine weite Ausbreitung zwischen dem herabko
den Polareise. Nicht ohne Einfluſs ist diese Bewegung
auf die Strömung, welche vom Nordpole herab geg
Ostküste Grönlands stöſst, dort das Eis zu unzerst
Massen aufhäuft und ihr tief erkaltetes Wasser, mit w
sich das aus der Baffinsbay durch die Davis-Straſse her
mende vereinigt, nach den Küsten von Labrador un
fundland treibt. Innerhalb des Polarkreises von den ö
Küsten Ruſslands bis nach den Küsten von Grönland
brador ist die herrschende Strömung an der Oberflä
Ost nach West, von Nordost nach Südwest und von No
Süd. In der Behringstraſse fand Kotzebue die St
nach Nordost gerichtet und eine Geschwindigkeit von 2
meilen in der Stunde innehaltend; es ist jedoch wohl
dafs sie höher hinauf sich wendet und in die allg
Strömung des sibirischen Polarmeeres sich verliert,
unter Spitzbergen hin bis nach Labrador erstreckt[1].
indeſs nicht bloſs möglich, sondern wohl vielmehr wahr
lich, dafs der Hauptarm in entgegengesetzter Richtung
Nordküsten America's hinfliefst und mit der südlich ge
ten Strömung in der Davis-Straſse zusammenhängt,
jedoch bei gänzlich fehlenden oder mangelhaften Nach
nicht wohl völlige Gewifsheit zu erlangen steht.

84) Es kann hier wohl nicht erwartet werden, au
erwähnten allgemeinen westlichen Strömung des Ocean
dazu gehörigen Aequinoctial-Stromes und des hierdur
stehenden Golphstromes alle die zahlreichen bekannt
denen Meeresströme namhaft zu machen, deren einig
nur auf grofsen, seltenen Seecharten angegeben findet,
wird daher genügen, nur noch einige der wichtigsten zu
Eine Hauptströmung darf man wohl mit dem Golphstr
Verbindung bringen, wenn man annimmt, dafs die Ha
sermasse desselben von den Azoren sich in südlicher Ri
gegen die africanischen Küsten wendet und die Schiffe
sandigen Ufer der Nordwestküste Africa's als ersehnte
der räuberichen Horden jener Districte zu treiben droh

1 Scoresby a. a. O. p. 213.

lich hervorstechend wird jedoch der Meeresstrom von dem en Vorgebirge an längst der Küste bis in den Meerbusen ando Po, wo er so reifsend fliefst, dafs Schiffe, mit dem- n segelnd, einen Weg von 60 Seemeilen in zwei Tagen chlegen, gegen ihn aber oft 6 bis 7 Wochen nöthig ha- . Sabine[1] hat ihn von Cap Mount bis zum Flusse Ga- , also von 8° N. B. bis dicht an den Aequator, untersucht, römt hier der Küste entlang fast genau östlich, und es ist kwürdig, dafs auf eine bedeutende Strecke dieser und der quatorialstrom einander parallel und in ganz entgegengesetz- Richtung fliefsen. Dieser östliche Strom ist an einigen len 130 Seemeilen breit, fliefst mit einer Geschwindigkeit 9 bis 51 Seemeilen in 24 Stunden und sein Wasser ist chtlich wärmer, als das des westlichen Aequatorialstro- , weil ersterer durch die über die grofse africanische Wü- wehenden östlichen Winde sehr erwärmt wird, letzterer die um die Südspitze Africa's in nördlicher und nord- licher Richtung fliefsenden Gewässer aufnimmt. In der e des Golphs von Guinea hat der östliche Strom eine mitt- Temperatur von 29° C. im April und Mai, die am süd- en Rande bis 28° herabgeht, in Folge des in ihn fallenden, der Richtung nach Norden strömenden Wassers; auch ist Temperatur nahe am Lande etwas geringer, zum Theil wegen, weil das Wasser der grofsen dort mündenden Flüsse er ist. Der Aequatorialstrom hat an seinem Ursprunge un- des Flusses Gaboon nahe unter dem Aequator aus eben- en Ursachen nur eine Temperatur von 23° C., diese steigt schnell, wurde bei der Insel Ascension unter 7° 27′ S. B. 22′ westl. Länge, wo seine Richtung N. 57 W. ist, von = 25°,56 C. gefunden und erhält sich zwischen nidad und Jamaica fast unausgesetzt auf 28° C. Die all- eine westliche Strömung des Wassers unter niedern Brei- treibt die Gewässer des indischen Oceans gegen die Ost- e Africa's und erzeugt einen starken Strom zwischen Ma- scar und dem Vorgebirge der guten Hoffnung in der Rich- g von Nordost nach Südwest, so dafs die Schiffer nur mit chem Winde ihm entgegen zu segeln vermögen. An der ste von Peru, zwischen Lima und Guayaquil, ist die Strö-

1 Account of Experiments. p. 437.

Digitized by Google

mung unweit der Küste so stark, dafs man diese Strec drei bis vier Tagen zurücklegen kann, rückwärts aber, Strome entgegen, würde man zwei bis fünf Monate chen, und die Schiffer müssen daher behutsam seyn, da nicht, durch die Aehnlichkeit der Küste in grofser An nung getäuscht, vor den Landungspuncten vorbeisegeln, sie sonst eine Reise von einem Tage rückwärts in vie Tagen kaum wieder einbringen würden.

85) *Periodisch wechselnde Meeresströme* werden ohne Ausnahme durch die regelmäfsig wechselnden Wind zeugt, obgleich die Richtung beider in Folge anderweiti wirkender Bedingungen nicht allezeit zusammenfällt. Gegend der Maldiven, im Meere zwischen Malacca und chin, ist die Strömung von April bis Ende August ö nachher mit gröfster Heftigkeit westlich, so dafs das a Küsten brandende Meer stark brauset. Bei Sumatra ist Strömung, welche zur Zeit der Westwinde eine südwes zur Zeit der Ostwinde aber eine östliche Richtung hat, i übrigen Zeit aber den herrschenden Winden folgt. U haupt trifft man an den meisten Stellen des Oceans Str gen an, aber sie sind hinsichtlich der Stärke und Ric sehr verschieden, oft nur durch anhaltende Winde entst und daher vorübergehend. Einige derselben, wie name auch wohl vorzüglich der Golphstrom, sind für die S nicht minder hinderlich, wenn der Wind ihnen ent weht, vielmehr werden sie dann oft unruhig bis zum T und ihre Stärke nimmt zu, was man beim Golphstrom von ableitet, dafs der stärkere Ostwind eine gröfsere W masse in den caraibischen und mexicanischen Meerbusen sammenprefst und somit die Gewalt des ausfliefsenden mes erhöht[1]. Leicht begreiflich ist ferner, dafs einmal handene starke Strömungen wieder andere hervorrufen m weil sonst grofse Wassermassen sich anhäufen würden. schiedene Gelehrte, namentlich Riccioli, Fournier, sius, Romme[2], nach diesem de la Metherie[3], Par

1 Vergl. Krusenstern's Reisen. Th. III.

2 Tableau des Vents, des Marées et des Courants cet. Par. 1817. II Voll. 8.

3 Journal de Phys. T. LXVII. p. 81.

4 Grundrifs der theor. Physik. Th. III. S. 389.

andere nehmen daher aufser der allgemeinen westlichen mung noch eine von den Polen nach niedern Breiten hin Dafs eine solche partielle sich durch das jährlich süd- treibende nördliche Polareis im grönländischen Meere der Davis-Strafse ankündige, unterliegt keinem Zweifel, treibt das Eis, welches die südliche Polarzone umlagert, vielen Stellen den niedern Breiten zu; ob aber hiernach ganz allgemeine Bewegung dieser Art anzunehmen sey, ibt noch fraglich, obgleich es nach den oben angegebenen achen der regelmäfsigen allgemeinen westlichen Strömung Oceane mindestens höchst wahrscheinlich wird. Nach der alogie einer ähnlichen Bewegung der Atmosphäre darf man ch wohl geneigt seyn, in Folge der Hebung des Meeres er dem Aequator durch die Anziehung des Mondes und Sonne, desgleichen durch sein geringeres spec. Gewicht in ge seiner höhern Temperatur eine in der Tiefe statt fin- de Strömung von den Polen gegen den Aequator anzuneh- n. Die gröfsere Leichtigkeit des äquatorischen Seewassers rd zwar durch dessen gröfsern Salzgehalt compensirt; allein nn wir annehmen, dafs dieser Unterschied etwa 0,002 be- gt und das Seewasser durch 10° C. um 0,001068, durch ° C. aber um 0,003052 an Volumen zunimmt[1], so scheint Rücksicht auf die anderweitigen Bedingungen der Tem- raturunterschied ein Uebergewicht zu haben und vielleicht die Kälte in gröfsern Tiefen bei den äquatorischen Meeren Folge des von den Polen aus dorthin strömenden kalten ssers.

86) Endlich werden im Meere Strömungen getroffen, die h augenfällig theils durch ihre Richtung, theils durch Farbe d auch durch geringern Salzgehalt als eine Folge einmün- oder Ströme ankündigen. Diese sind, wie leicht zu er- ten, nur dann bedeutend, wenn die Landströme zu den fsten gehören, und die Gröfse beider ist einander direct oportional. Man hat dieses namentlich wahrgenommen beim nges und die Fluthen des Amazonenflusses sind nach Sa- ne[2] bis auf 300 Seemeilen noch kenntlich.

---

1 S. Mém. prés. à l'Acad. de Petersbourg. T. I. p. 70.
2 Account cet. p. 447.

Digitized by Google

87) Eingeschlossene Meere haben gleichfalls Strömung
die durch ihre Verbindung mit dem Ocean und durch
verhältnifsmäfsig bedeutendern Einflufs grofser, in sie
dender Ströme erzeugt werden. Das mittelländische Mee
verschiedene Strömungen und im Ganzen hat seine Was
masse eine von Osten nach Westen gerichtete Bewegung
bekanntesten aber ist die östliche Strömung in der Meer
von Gibraltar, die in diesem Canale selbst so stark ist,
das Wasser zwei Seemeilen in einer Stunde zurücklegt
seine Bewegung noch eine bedeutende Strecke weiter mit
nehmender Stärke beibehält. Als Ursache dieser Strö
wird der niedrigere Wasserstand dieses Meeres betrachtet,
sen Niveau im Mittel etwas 27 Fufs tiefer, als das des
schen Meerbusens seyn soll (§. 3.). Da aber auch das schw
Meer gleichfalls durch eine starke Strömung eine Menge W
sers dem mittelländischen Meere zuführt, so müfste das
veau des letztern bedeutend zunehmen und dadurch die
sache dieser Strömung aufhören. Schon Kircher[1] suchte
Schwierigkeit durch Annahme unterirdischer Canäle zu
die unter der Landenge zwischen Asien und Africa vorh
seyn sollten. Halley[2] und Büffon[3] nahmen ihre Zu
zu der starken Verdunstung, die nach Porowitsch[4] noch
unterirdische Wärme verstärkt werden soll, Bergmann[5]
findet durch Berechnung der Menge des einströmenden
sers, dafs der Spiegel des Meeres jährlich gegen 22 Fufs
sen müfste, wovon nur 30 Zoll durch Verdunstung
abgehn würden. Neuerdings nimmt man allgemein an,
eine grofse Menge Wasser durch Verdunstung entfernt
der bestehende Unterschied fortdauernd erhalten werde.
fserdem darf man im Allgemeinen bei einem vorhan
Oberstrome in Meerengen auf einen in entgegenge
Richtung fliefsenden Unterstrom rechnen und man hat
auch einen solchen in der Meerenge bei Gibraltar an
men, wofür noch aufserdem als Beweis gilt, dafs
1712 ein holländisches Schiff mitten in diesem Canal

1 Mundus subterraneus. T. I.
2 Miscellan. curiosa. T. I.
3 Hist. naturelle. T. I. p. 899.
4 Untersuchungen vom Meere. Frankf. u. Leipz. 1750. 4.
5 Physikal. Beschreib. d. Erdkugel. T. II. Abth. 5. Cap. 5.

n französischem in den Grund gebohrt wurde, dessen Trüm- im atlantischen Meere wieder zum Vorschein kamen[1]. erdem hielt früher WAIS[2] und neuerdings PATTON[3], nebst n andern, welche die Sache für ausgemacht ansahn, einen en untern Gegenstrom für eine nothwendige Folge der ern Salzigkeit des mittelländischen Meeres, wonach die mere Flüssigkeit unten eine der obern leichtern entgegen- nte Strömung annehmen mufs, ebenso wie die Luft in ein- schlossenen Räumen durch jede gegebene Oeffnung in ent- gesetzter Richtung stets die kältere unten, die leichtere strömt, wobei noch aufserdem das bestehende Verhält- des gröfsern Salzgehaltes nur dadurch erhalten werden , dafs stets ein Theil des salzigern Wassers wieder ab- t, weil es sonst durch die stärkere Verdunstung und bei ierdem Zufluls des Seewassers aus dem atlantischen n einen weit höhern Grad der Sättigung erhalten müfste, man gefunden hat. Man darf annehmen, dafs diese An- allgemein herrscht. Neuerdings hat jedoch v. HOFF[4] die enz eines solchen Unterstromes als unverträglich mit der schaffenheit des Grundes in jener Meerenge bestritten und ihn zur Widerlegung der ihm gemachten Einwürfe die Ge- sichtspunkte möglichst stark hervorgehoben, wobei er ganz im derspruch mit BERGMANN durch Berechnung zu zeigen sucht, s wegen der starken Verdunstung dieses Meeres, ungeach- des beständigen Einströmens, das Niveau stets niedriger müsse; ein Resultat, zu dessen absoluter Begründung je- die Thatsachen noch keineswegs hinlänglich ausgemittelt d. Faist man die in dieser Streitfrage aufgestellten Gründe und wider das Vorhandenseyn eines Unterstromes kurz zu- men, so liegt allerdings in dem Felsgrate, welcher un- dem Wasser von Calpe bis Abila hinläuft und sich zwi- en den auf beiden Seiten so sehr tiefen Meeren bis 11, an igen Stellen sogar bis 4 Faden unter der Oberfläche des ers erhebt, ein unverkennbares Argument gegen die An- me eines Unterstromes, allein keineswegs ein absolut be-

1 Philos. Trans. N. 385. p. 191. Vergl. G. LXIII. 139.
2 Abhandl. d. Acad. zu Stockholm 1755.
3 Edinb. Phil. Journ. N. VIII. p. 243.
4 Geschichte der natürl. Veränderungen d. Erdoberfläche u. s. w. 1. S. 154. Th. III. S. 278.

Digitized by Google

weisendes; denn es ist eine gewöhnliche Erscheinung, dafs Wasser in der Nähe von Wehren aus nicht unbeträchtli Tiefe schräg emporsteigt und überfliefst. Dafs aber das W ser des atlantischen Meeres, wie v. Hoff meint, von schrägen Felsenwand zurückgestofsen und durch den o Strom niedergedrückt eine entgegengesetzte Strömung erh sollte, ist auf jeden Fall mit hydrodynamischen Gesetzen sofern unvereinbar, als dieses nicht in der ganzen Breite Meerenge statt finden könnte, vielmehr würde das u Wasser sich heben, das obere in seiner Bewegung verz und selbst mit letzterem überfliefsen, wodurch an dieser S vermuthlich eine Erhöhung, wie bei Felsen in Flüssen, stehn müfste. Soll also ein tieferer, nicht weiter als bis Felsenwand reichender Gegenstrom statt finden, durch wel nach v. Hoff's Meinung das gesunkene Schiff nach We hin getrieben wurde, so dafs es zwei Lieues von der St wo es gesunken war, wieder zum Vorschein kam, so m dieses ein solcher seyn, welcher von der einen Seite her gen die Felsenwand stiefse, dann umkehrte und an der an Seite in entgegengesetzter Richtung zurückflösse. Es ist doch nicht wahrscheinlich und selbst kaum möglich, dafs solcher so tief, bis in die Mitte des Canals eindringen s Wenn also jenes Ereignifs einmal nicht in Zweifel gez wird, wie v. Hoff keineswegs zu thun geneigt ist, w man ferner den gröfsern Salzgehalt des mittelländischen M res zugiebt, wogegen v. Hoff zwar einige Zweifel erh der jedoch im Ganzen aus den Messungen vieler gewicht Zeugen mit gröfster Wahrscheinlichkeit hervorgeht[1] und da

1 Wollaston erhielt vom Capitain W. H. Smith drei Flas von den vielen, welche dieser für den unterdefs verstorbenen Marcet mit Seewasser des mittelländischen Meeres von verschiede Orten und aus ungleichen Tiefen gefüllt hatte. Die Analyse gab f gende Gröfsen.

No.	Breite	Länge	Tiefe	spec. Gew.	Salzmenge in 100 Th.
1	38° 30'	4° 30' O.	450 Fad.	1,0294	4,05
2	37 30	1 0 —	400 —	1,0295	3,99
3	36 0	4 40 W.	600 —	1,1288	17,30
Gibraltar	36 7	5 22 W.			

ch allgemein angenommen wird[1], so kann man nicht wohl hin, nach diesen verschiedenen übereinstimmenden Grün- auch in der Meerenge von Gibraltar einen dem obern ent- gengesetzt fliefsenden Unterstrom anzunehmen. Dabei ist es ch keineswegs nothwendig, dafs dieser die ganze Breite Meerenge einnehme und also auch da vorhanden sey, wo Felswand am höchsten emporsteht, so wie v. Hoff dar- gewifs Recht hat, wenn er aus der Langsamkeit der Be- gung des gesunkenen Schiffes folgert, dafs die Geschwin- gkeit des Gegenstromes der des Oberstromes keineswegs ich komme. Uebrigens geht die Strömung von der Meer- ge bei Gibraltar aus an der ganzen Küste Africa's und Sy- ien bis nach Kleinasien fort, wo sie umkehrt und an der ropäischen Küste eine entgegengesetzte Richtung erhält.

Es dürfte hier der gelegene Ort seyn, noch einmal auf n angenommenen, bereits oben (§. 3.) erörterten, niedrigern nd des mittelländischen Meeres zurückzukommen. Dafs das veau des Wassers in der Spitze des arabischen Meerbusens in Suez im Mittel gegen 27 Fufs höher sey, als bei Alexan-

---

folgert Wollaston, dafs nothwendig ein Unterstrom vorhan- den seyn müsse, um das sehr salzhaltige Wasser dem Ocean wieder zuzuführen, und dafs dieser auch durch das grofse Gewicht des Was- sers 30 engl. Meilen von der Meerenge entfernt nothwendig bedingt werde. Allein man darf mit Sicherheit annehmen, dafs wegen der steten Bewegung des Meeres und aus vielen sonstigen Gründen das Seewas- ser ein solches spec. Gewicht, als hier in der Probe No. 3 gefunden worden seyn soll, gar nicht haben kann, vielmehr mufs wohl nothwen- dig eine Verwechselung mit den Flaschen vorgegangen seyn, die we- gen des erfolgten Todes von Marcet nicht sehr geachtet wurden, oder man müfste annehmen, dafs dieses Wasser zufällig über einem Salz- sumpfe geschöpft sey. Kurz das hier erhaltene Resultat ist auf jeden Fall nicht beweisend. S. Phil. Trans. 1829. p. 29. Poggendorff Ann. Bd. XVI. S. 622.

1 V. Hoff sucht dieses Argument dadurch zu entkräften, dafs überhaupt die Ursache dieses verschiedenen Salzgehaltes des Seewassers noch nicht bestimmt aufgefunden worden sey. Dieser Einwurf ist indefs nur scheinbar; denn der hierüber noch herrschenden Ungewifsheit un- geachtet ist doch ausgemacht, dafs das mittelländische Meer, welches mehr Wasser aus dem Oceane erhält, als es ihm zuführt, salzhalti- ger gefunden wird, die Ostsee dagegen und das schwarze Meer, wel- che beide mehr Wasser abgeben, als sie aus dem Oceane erhalten, ärmer.

Digitized by Google

drien, mufs wohl als richtig angenommen werden. Dem stehn der hieraus abzuleitenden Folgerung von einem tie Stande des mittelländischen Meeres gegen den des atlantis Oceans gewichtige Argumente entgegen. Aus der grofsen angulirung von Dünkirchen bis Barcelona geht nur ein terschied des Niveau's von einem Bruchtheile eines Me hervor, die sehr ausgedehnten Messungen, die unter D CROS's Leitung ausgeführt wurden, liegen noch im Manusc eine dritte Messung aber, welche CARÂDEUF in Verbind mit den Ingenieurs-Geographen PEYTIER, HOSSARD und TE vermittelst GAMBEY'scher Repetitionskreise von St. Jean de bis Perpignan in den Jahren 1825 bis 1827 beendigt hat, bei von dem Crabère in den Pyrenäen aus nördlich nach atlantischen Ocean und südlich nach dem mittelländis Meere hin nivellirt wurde, geben nur 0,73 Meter Höhe erstern Niveau's über das letztere[1]. Das mittelländische M kann sonach unmöglich beträchtlich tiefer liegen, als der atl sche Ocean. Sollen diesemnach die hier hervorgehenden und reits oben (§. 3.) bemerkten Widersprüche ausgeglichen w den, so mufs man annehmen, dafs zwar ein gleich hohes veau aller mit einander verbundener Meere aus hydrost schen Gesetzen theoretisch folgt, jedoch nur für den Zust der Ruhe und gleichmäfsigen Dichtigkeit des Wassers. bald aber Bewegung statt findet, wird auch dieses Gleich wicht, ebenso wie bei Flüssen, aufgehoben. Hiernach kön das Meer durch die allgemeine Westströmung im arabisch Meerbusen bis zu vielen und auch im mexicanischen bis einigen Fufs in die Höhe getrieben werden. Dieser Gesich punct ist aber neu und bedarf noch zu vieler schwierig Untersuchungen, als dafs hier mehr als eine blofse Andeut der Sache gestattet würde.

88) Die Ostsee ist im Ganzen, vorzüglich im Herbst, e unruhiges Meer, dessen Wasserstand sich sogar oft merkl ändert[2] und worin es eine Menge Strömungen giebt, wor fast der gröfste Theil der gesammten Wassermasse Th nimmt, wie unter andern aus den Ueberschwemmungen d

1 S. ARAGO in Edinburgh New Phil. Journ. N. XLI. p. 50.

2 S. SCHULTEN in Kongl. Svenska Vet. Acad. Nya Handl. 180 p. 7. Daraus in G. XXXVI. 314.

…n bei Petersburg hervorzugehn scheint. Am bekanntesten …er die Strömung im Sunde, eine nördliche, die da, wo sie …rksten ist, nach SCHULTEN's Messung 4 Knoten oder eine …eile in der Stunde beträgt. Auch hier hat man aus ähnli…n Gründen, als welche für das mittelländische Meer geltend …cht werden, einen Unterstrom angenommen und PATTON[1] …ssen Existenz durch Versuche mit dem Senkblei aufgefun…. Das schwarze Meer hat in dem einzigen Canale, der es mit …n mittelländischen Meere und dadurch mittelbar mit dem …n in Verbindung setzt, eine starke südliche Strömung, …durch das Meer von Marmora und die Dardanellen fort…. Auch hier, in der Meerenge des thracischen Bosporus, …MARSIGLI[2] einen Unterstrom aufgefunden haben, was man …rwegs unwahrscheinlich nennen darf, da die Hauptbe…gung, nämlich ein gröfseres specifisches Gewicht des Was…, wohin die Oberströme fliefsen, allerdings vorhanden ist. …dessen aber müfste wohl der Salzgehalt des schwarzen …rs stärker abnehmen, da die Strömung aus demselben bei …antinopel so stark ist, dafs an einigen Stellen Menschen …n die Boote und Schaluppen ziehen, weil Ruder zu …rt Fortkommen nicht genügen[3].

80) Wenn das bewegte Meer oder ein Seestrom an ei…r Felsenküste gebrochen und abgelenkt, das so zurückge…ene Wasser aber durch eine abermalige Strömung wieder …rückgedrängt wird, so entstehn *Meeresstrudel.* Das Wasser …mt eine umkreisende Bewegung an, deren Richtung in Fol… des durch die Ebbe und Fluth bedingten Ab- und Zu… gleichfalls periodisch zu wechseln pflegt. Unter den …en sind der Strudel an der norwegischen Küste und die …e Gegend von Messina am bekanntesten. Der *Mahlstrom* …r *Moskestrom* hat seinen Namen von einer dortigen Klippe, …ke genannt. Die Breite des Strudels beträgt zwei, seine …ge etwa vier Meilen und die Strömung dauert ungefähr 12 …den von Norden nach Süden und ebenso lange in entge…esetzter Richtung, so dafs die wechselnde Fluth sich au…llig als Ursache hiervon ankündigt; seine Wirbel sind

---

1 Edinburgh Philos. Journ. N. VIII. p. 245.
2 Histoire physique de la mer. Amst. 1725. fol.
3 Aus Bey Reisen. Weim. 1816. S. 457.

Digitized by Google

zuweilen bedeutend hoch, betragen jedoch vom obersten
bis zur untersten Tiefe nie mehr als 10 bis höchstens
und sind daher nur für kleinere Schiffe gefährlich. An
der Insel Bornholm ist ein Strudel, *Maltquörn* (Mahl
genannt, aber ungleich kleiner als der Moskestrom[1].

90) *Scylla* und *Charybdis*, die beiden berühmten
an der italienischen Küste, waren bei den Alten sehr g
tet und Homer, Virgil, Lucrez, Ovid, Aristo
Sallust, Seneca, Strabo, Plinius, Mela und
schildern sie als höchst gefährlich. Hiernach müßte die
enge jetzt erweitert und ein Theil der Felsen weggesp
oder die bedeutend vervollkommnete Schifffahrt macht
minder bedeutend. Letzteres ist sehr wahrscheinlich,
die Beschreibung der Oertlichkeiten bei den Alten pas
im Ganzen genau auf die gegenwärtige Beschaffenheit.
liegen zwischen Calabrien und Sicilien, wo sich ein
mäßiger ruhiger Strom längst der Küste findet, welch
wechselnd nach Süden oder nach Norden fließt. W
durch Windstöße gestört, so entstehn durch die Ungl
der Meeresufer, durch hervorspringende Klippen und H
gen die Strudel, unter denen die Scylla am gefährlichs
Ein längst der nördlichen Küste Siciliens hinfließender
begegnet einem andern an der Küste Italiens herabfließ
und wenn diese beide heftig bewegt gegen einander
so vermögen selbst größere Schiffe nicht ihren Lauf
halten und kommen in Gefahr, an den Küsten zertrümm
werden, insbesondere wenn die Gewalt der Strömung
Winde vermehrt wird, welche an der Küste Italiens
wehn. Scylla selbst bildet einen steilen, mäßig hohen
vielen Höhlungen versehenen Felsen, in welche die br
den Wellen hineingetrieben werden und dadurch ein au
ital. Meilen hörbares Geheule, dem von den Alten angeg
Bellen von Hunden nicht unähnlich, verursachen. Die
mung ist dort stets bedeutend, wird aber durch Win
ausnehmend verstärkt, und die Schiffe würden unfehlb
gen die Felsen der Scylla getrieben oder auf die geg
liegenden Sandbänke geworfen werden, wenn nicht 24 L
welche die Strömung und das Fahrwasser sehr genau k
sie mit bewundernswürdiger Geschicklichkeit durchbrachte

1 Catteau de Calleville Gemälde der Ostsee. S. 121.

Die Charybdis liegt neun ital. Meilen unterwärts bei Mes- Die dortigen Schlünde unter dem Wasser sind Folgen Strudel, nicht Ursache derselben, denn sonst müfsten diese Unterbrechung statt finden. Ein Theil des durch den getriebenen Wassers strömt gegen den Felsen, auf wel- der Leuchtthurm Calofaro erbaut ist; ihnen begegnen Strömungen, wodurch das Wasser in eine Art von Bran- versetzt wird, und diese Wellenbewegung treibt schwim- Gegenstände nach aufsen. In Zeiten des ruhigen Mee- kann die Stelle mit kleinen Booten befahren werden und SMYTH[1] fand sie nur 500 Fufs tief; wenn aber der Si- oder Südostwind weht, so werden die Schiffe vom in den Strudel hineingerissen und von den Wellen schlagen oder gegen die Felsen geworfen, wenn nicht die sache kundigen Lotsen zu ihrer Rettung bereit sind; An- Segel und Steuerruder helfen in der Nähe der Scylla und selbst dem erfahrensten Seemanne nicht und die ten Kriegsschiffe müssen bei stürmischer See diese Ge- meiden[2].

M.

Meile.

Milliare; Mille; *Mile.*

Das Wort Meile, wodurch man ein gewisses Längenmafs, sicher zur Bestimmung der Entfernungen auf der Oberfläche Erde, versteht, kommt aus dem Lateinischen (von *mille*) indem man von Rom aus die Entfernungen der Orte nach Stunden von Schritten (*millia passuum*) bestimmte und den Hauptstrafsen in diesen Distanzen Meilensteine (*ad quartum*, *quartum* etc. *lapidem*) setzte. Der Schritt (*passus*) fünf römische Fufs[3], das Milliare oder die Meile 1000 Schritte oder 8 römische Stadien, jedes von 125 Schrit- und 20 solcher Meilen rechnete man für eine Tagereise. der oben[4] angegebenen Vergleichung beträgt die römi-

1 Reisen. Th. IV. S. 147.
2 G. V. 98.
3 Columella de Re rust. L. V. c. 1.
4 S. Art. *Mafs*. S. 1249.

sche Meile 1477,78 Meter, den römischen Fufs zu 0,295
ter oder 113,14 par. Lin. angenommen.

Die übrigen Völker haben verschiedene Gröfsen zu
stimmung der Entfernungen angenommen. Eine der bek
sten ist die deutsche Meile, deren Länge anfangs so vi
tragen zu haben scheint, als ein gewöhnlicher Fufsgän
zwei Stunden zurücklegt[1]. Später verfiel man auf die z
mäfsige Idee, einen aliquoten Theil eines Grades im A
tor als das Mafs einer Meile anzunehmen. In England
man den sechzigsten Theil eines Grades oder den Bog
ner Minute als das Mafs der Meile an, und hiernach re
auch Newton[2], bis sich aus Picard's Gradmessung
dafs solcher Meilen 69 auf einen Grad gehn, die man in
land auch seitdem beibehalten hat. Sie ist so ziemli
kleinste und wenig von der römischen verschieden. D
lienische Meile wurde genau so grofs als der 60ste Th
nes Grades angenommen und in neuern Zeiten so beibe
Die französischen Schiffer fanden es bequem, eine Mei
drei Bogenminuten Länge anzunehmen, deren also 20
nen Grad gehn; sie ist die in Frankreich und auch in
land gebräuchliche Seemeile. Die eigentliche französische
die *Leuca gallica*, jetzt *Lieue*, wurde so festgesetzt, d
auf einen Grad im Aequator gehn; ihre genaue Gröfse
daher nur aus der Normalbestimmung, nämlich der eine
des im Aequator, entnommen werden. Die allgemein
nannte deutsche oder geographische Meile, so genannt,
die niederländischen Seefahrer und Geographen sich ih
der Verzeichnung der Charten und bei geographischen B
mungen bedienten, ist so grofs, dafs ihrer 15 auf einen
im Aequator gehn oder ihr ein Bogen von 4 Minuten
hört. Sie wird auch bei astronomischen Bestimmunge
braucht. Von ihr weichen die in den einzelnen deu
Staaten üblichen Meilen sehr ab, deren einige ziemlich
jedoch nur so weit bestimmt sind, als man früher übe
zuverlässige Mafsbestimmungen hatte. So sollte die säc
Meile nach der Bestimmung des Churfürsten August im

---

1 Keplebi Tab. Rudolph. Cap. 16.

2 Pemberton View of Sir Is. Newton's philosophy. Lon
4. Praef.

genau 12000 Dresdner Ellen halten, sie war aber von olizeimeile, die sich auf den Bereich hauptsächlich des ufes von Bier im Umfange der berechtigten Städte bezog, ieden.

leuerdings sind die Meilen zum Behuf der Poststationen ch kürzer angenommen worden und es ist nicht eben leicht, ihre wahre Länge auszumitteln. Inzwischen ist dieses ziehung auf physikalische Aufgaben von minderer Wich- und es genügt vielmehr, die Hauptbestimmungen zur chung angegebener Entfernungen in genähertem Wer- kennen, welches durch die folgende tabellarische Ue- it erreicht wird. Hierbei liegt die neueste genauere Be- ung eines Grades im Aequator zu 57106,442 Toisen runde, wonach die geographische oder deutsche Meile 9 Toisen oder 22842,54 par. Fufs = 23642,1 rheinl. trägt[1].

---

[1] Vergl. neueste Geld-, Münz-, Mafs- und Gewichts-Kunde. 1819. S. 125. Joh. Tob. Mayer prakt. Geometrie. Th. IV.

Digitized by Google

Namen der Meilen	sollen halten	werden gerechnet auf einen Grad	enth in
Arabische	— — —	56,67	60
Baiersche kleine . .	— — —	14,15	242
— — grofse . .	— — —	8,69	394
Chinesische neue Li	— — —	193,40	17
Braunschweigische .	2811,2 rheinl. Ruthen . . .	10,52	325
Dänische	12000 dän. Ellen	14,79	231
Französische Lieue .	— — —	25,00	13
— — Seemeilen	— — —	20,00	17
Grofsbritannische neue	1760 Yards . .	69,12	4
— — Seemeilen	— — —	60,00	5
— — League .	— — —	20,00	17
Hannöversche . . .	32000 Calenb. Fufs	11,89	288
Holländische . . .	— — —	19,00	18
Italienische	1000 geogr. Schritte	60,00	5
Jüdische alte . . .	2000 bibl. Ellen	100,80	3
Niederländische Stunde	— — —	19,67	17
NiederländischeSeemeile	— — —	20,00	17
Nürnberger	— — —	13,10	26
Oesterreichische . .	— — —	7,48	45
Persische	— — —	22,50	15
Polnische	— — —	20,00	17
Portugiesische . . .	— — —	18,00	19
Preufsische	2000 Ruthen .	14,78	23
Russische Werst . .	1500 Arschinen	104,30	3
Sächsische gemeine .	12000 Dresdn. Ellen	16,21	209
— — Polizeimeile	16000 — —	12,29	278
Schottländische . .	1147 Toisen . .	49,80	68
Schwäbische . . .	— — —	12,00	285
Schwedische . . .	18000 Ellen . .	10,41	329
Schweizerische . .	— — —	13,30	257
Spanische . . . ,	5000 Veras . .	26,63	128
Türkische Berri . .	— — —	66,67	51
— — Seemeile .	— — —	86,40	39
Ungarische	— — —	13,30	257

M.

Mercur.

Mercurius; Mercure; *Mercury*.

Der Name desjenigen Hauptplaneten, welcher der Sonne nächsten ist. Da er seine Bahn innerhalb der Erdbahn in so geringer Entfernung von der Sonne durchläuft, so n seine scheinbare Entfernung von der Sonne immer nur ng seyn; er erscheint daher bald am Abendhimmel nach nen-Untergang, bald am Morgenhimmel vor Sonnen- fgang, und kann bei seiner untern Conjunction mit der ne bei dieser vorbeigehn[1]. Wenn man ihn mit Fern- ren beobachtet, so sieht man, dafs er kurz vor und kurz h seiner obern Conjunction mit der Sonne ganz erleuchtet heint, dafs sein erleuchteter Theil dagegen nur zur Hälfte zugewandt ist um die Zeit der gröfsten scheinbaren Ent- ung von der Sonne und dafs er uns ganz unsichtbar wird uns ganz seine unerleuchtete Seite zuwendet zur Zeit sei- untern Conjunction. Er hat ein sehr glänzendes weifses ht, ist aber, weil er immer nur kurze Zeit in der Däm- ung sichtbar bleibt, doch selten gut mit blofsem Auge zu n.

Um die Bestimmung seiner Bahn hat von Lindenau sich gröfsten Verdienste erworben. Man hat früher fast ganz in auf die Durchgänge durch die Sonne die Berechnung er Bahn gegründet, und es liefs sich daher wohl voraus- , dafs die Berücksichtigung andrer Beobachtungen, ent- t von den Knoten der Bahn angestellt, noch genauere Be- mmungen geben müfste. Die Elemente der Bahn, auf die ige Zeit reducirt, sind folgende.

Halbe grofse Axe = 0,3870938 = 8000000 Meilen.
Excentricität[2] = 0,2056175 = 1645000 Meilen.
Siderische Umlaufszeit = 87 Tage 23 St. 15′ 44″.
Neigung der Bahn = 7° 0′ 14″.
Länge des aufst. Knoten = 46° 18′ 55″.
Länge des Perihelii = 44° 48′ 48″.

---

1 S. Art. *Durchgang* der Planeten durch die Sonne. Bd. II. 83.

2 Pontécoulant und Schubert haben 0,20551494 für 1801, be- end von v. Lindenau abweichend.

Digitized by Google

Des Mercur gröfste Entfernung von der Sonne ist also 96
Meilen, die kleinste 6355000 Meilen. Er erscheint 1
im Durchmesser, wenn er der Erde am nächsten komm
gegen nur 4 Sec. im Durchmesser, wenn er sich am we
von ihr entfernt. Wegen seiner grofsen Excentricität e
er sehr ungleiche scheinbare Entfernungen von der Sonn
seiner gröfsten Elongation nur ungefähr 18°, wenn er der
am nächsten zur gröfsten Ausweichung gelangt, beinah
im entgegengesetzten Falle.

Sein scheinbarer Glanz hängt theils von seiner Entfernu
der Sonne, theils von seiner Entfernung von der Erde, vorz
aber von der Gröfse seines uns zugekehrten erleuchteten The
sein Glanz ist daher bei ähnlichen Stellungen gegen die
doch bedeutend ungleich, weil er seine gleichen scheinbare
stände von der Sonne bei sehr ungleichen wahren Entf
gen von derselben erreicht. Sein gröfster Glanz tritt
ein, wenn er noch ein wenig von seiner gröfsten Elon
entfernt ist und uns noch einen gröfsern Theil seiner e
teten Seite zuwendet; aber da er in der Sonnenfern
1½mal so weit von der Sonne entfernt ist, als in der S
nähe, so ist seine Erleuchtung fast 2¼mal so grofs b
letzten Stellung, als bei der erstern, und er erscheint u
her bei den Umläufen am glänzendsten, wo seine gröfste
gation beinahe ihren kleinsten Werth hat. Da aber da
Dämmerung uns nicht gestattet, ihn so gut wahrzunehm
hat die Untersuchung über die Zeit seines gröfsten G
für den, der ihn Abends aufsuchen will, wenig Interess

Der Durchmesser des Mercur ist nur 600 Meilen,
nur etwa über ⅓ des Erddurchmessers. Seine Masse gie
nach sehr unsichern Bestimmungen $= \frac{1}{2025810}$ der So
masse an; von Lindenau's Berechnungen der Störung
Venus schienen aber auf eine gröfsere Masse zu deuten
dafs seine Dichtigkeit, die nach jenen Angaben schon b
die 4fache der Dichtigkeit der Erde seyn müfste, noch
anzusetzen wäre[3].

---

1 Wurm hat Berechnungen hierüber angestellt. Astr. Jahrb. 17
2 V. Lindenau tabulae Veneris. p. 20.
3 Die angegebene Masse ist nach der Voraussetzung, d

Ueber die natürliche Beschaffenheit des Mercur wissen sehr wenig und Schröter's Beobachtungen sind die einzigen, die einigen Aufschluss darüber geben. Er machte zuerst die Bemerkung, dass das Licht oft gegen die Lichtgrenze zu bedeutend abnehmend erschien, dass man den erleuchteten Theil nicht so breit fand, als die Berechnung der Phase forderte; diese Beobachtung glaubte er aus einer bedeutenden Dichtigkeit der Atmosphäre des Planeten erklären zu können, die uns den festen Körper selbst verdecke und sich uns nur am glänzendsten zeige, wo die Gesichtslinie am weitesten durch sie fortgeht und wo die Sonnenstrahlen die Atmosphäre unter allen senkrecht, also ungeschwächt treffen. Die später bemerkte periodisch statt findende stärkere Abstumpfung des südlichen Hornes, zu der Zeit, als Mercur mondförmig erschien, führte auf eine Umdrehungszeit von ungefähr 24 Stunden, und die Beobachtung eines deutlich kenntlichen Streifens auf der Oberfläche des Mercur ergab 24 St. 1 Min. als Rotationszeit. Seine Axe ist ungefähr 70 Grad gegen die Bahn geneigt. Jene Streifen, die oft schnell entstehn und wieder verschwinden, scheinen atmosphärisch zu seyn, und damit stimmt auch das überein, dass sie ihre Lage nicht gleichmäfsig behalten, sondern [illegible] was als Mittel aus den Beobachtungen die wahre Umdrehungsperiode heifsen kann, abweichend in etwas ungleichen Zeiten zu gleicher Lage zurückkehrten. Jene abgestumpfte Gestalt der Hornspitzen sieht Schröter als durch Schatten hoher Berge hervorgebracht an und glaubt diesen Gebirgen eine Höhe von 2½ Meilen beilegen zu dürfen. Da nicht blofs in der Nähe der Pole, wo die Hörnerspitzen diese Beschattungen verriethen, scheinen hohe Berge zu seyn, sondern ähnliche Gebirge vermuthet Schröter auch um den Aequator, wo zuweilen die Lichtgrenze eine Einbeugung zeigte, als ob lange Gebirgsschatten einen Theil derjenigen Oberfläche bedeckten, die eigentlich noch im Sonnenlichte liegen sollte.

[illegible] den Abständen von der Sonne umgekehrt proportional [illegible] aber unter Voraussetzung eines gröfsern Volumens, als das aus [illegible] Beobachtungen gefundene, berechnet. La Place Expos. du syst. [illegible]. Liv. I. chap. 5. Liv. IV. chap. 3.

[illegible] Schröter's hermographische Fragmente zur genauern Kenntnifs [illegible] Planeten Mercur. Göttingen 1816.

Digitized by Google

Das Zeichen dieses Planeten ist ☿. Unter den Tafe
Berechnung seines Laufes sind diejenigen die besten, di
in v. Lindenau's *investigatio nova orbitae a Mercurio*
solem descriptae etc. (Gothae 1813) befinden, welche
den berichtigten Elementen und nach La Place's Formel
rechnet sind.

B.

Meridian.

Meridianus; Méridien; *Meridian*; ist die
desjenigen gröfsten Kreises des Himmels oder auch der
der durch die beiden Weltpole und durch den Punct
welchen der Beobachter auf der Oberfläche der Erde einn
Oft versteht man auch unter dieser Benennung nur die
pherie des Kreises, in welchem jene Fläche die Sphär
Erde oder des Himmels schneidet. Der himmlische und
sche Meridian sind also concentrische Kreise, die in eine
derselben Ebene liegen und deren Mittelpunct zugleich
der Erde ist. Der irdische Meridian geht durch den Beob
und seinen Antipoden; der himmlische Meridian geht
das Zenith und Nadir des Beobachters.

Nimmt man, mit den Alten, die Erde als feststehen
so ist auch der Meridian als eine feste Ebene zu betra
und der Himmel bewegt sich täglich von Ost nach We
alle seine Theile durch diesen festen Meridian gegangen
wo der Tag anfängt oder endet, wenn ebenderjenige Ab
chungskreis[1], den eben die Sonne einnimmt, durch den
ridian geht.

Nimmt man aber, nach den Neueren, den Himm
fest und die Erde als beweglich an, so ist auch der Me
beweglich und derselbe geht während des Laufes eines T
von West nach Ost durch alle Theile des unbeweglichen H
mels, wo dann wieder der Tag anfängt oder endet, wenn
ser bewegliche Meridian eben durch denjenigen Punct
Himmels geht, in welchem die Sonne ist.

Unter beiden Voraussetzungen sieht man, dafs der M
dian durch den *Beobachter* bestimmt wird. Jeder Beoba

1 S. *Abweichung*. Bd. I. S. 128.

seinen Meridian und behält denselben so lange, als er von dem Puncte der Erdoberfläche, den er eben einnt, nicht nach Ost oder nach West bewegt. In nördlicher südlicher Richtung aber kann er sich, und zwar um die ge Erde, bewegen, ohne dadurch seinen frühern Meridian ändern, weil er sich auf diese Weise zugleich in der ne seines Meridians bewegt.

Aus dem Vorhergehenden folgt, dafs der Meridian des bachters, da er durch das Zenith desselben geht, auch zuch auf dem Horizont desselben senkrecht stehn mufs. Wenn er der Declinationskreis eines Gestirns während der täglin Bewegung dieses Gestirns durch das Zenith des Beobhters geht, so fällt der Declinationskreis desselben mit dem ridian des Beobachters zusammen, weil der Declinations-, so wie der Meridian, stets durch die beiden Weltpole , die zugleich die Pole des Aequators sind, und daher immer senkrecht auf dem Aequator steht. Der Meridian also zugleich auf dem Horizonte und auf dem Aequator krecht.

Wenn daher die Gestirne des Himmels, in ihrer täglin Bewegung, durch den Meridian gehn, so haben sie, in nem Augenblicke, ihre *gröfste* oder ihre *kleinste Höhe* in ziehung auf den Horizont des Beobachters. Diese kleinste he kann selbst unter dem Horizonte statt haben und dann sie als eine negative Höhe oder als eine Vertiefung, und r hier als die gröfste Vertiefung unter dem Horizonte, zu chten. Man nennt diese beiden Augenblicke die *Culmi*tionen des Gestirns und zwar die *obere* Culmination, wenn er Durchgang des Gestirns, durch den Meridian in derjenin Hälfte des Meridians zwischen den beiden Polen statt hat, welcher das Zenith des Beobachters liegt, und die *untere* mination hat in der andern Hälfte des Meridians statt, in cher das Nadir des Beobachters liegt. Diese letzte oder ere Culmination kann auch für den Beobachter unsichtbar n, wenn nämlich dieser Durchgang unter seinem Horizonte t hat, wie dieses in unsern Gegenden für die Sonne der l ist. Wenn die Sonne in ihrer obern Culmination, also höchsten über dem Horizonte ist, so ist es *Mittag*, in dem genblicke aber, wo sie in ihrer untern Culmination ist oder sie durch den untern unsichtbaren Theil des Meridians eines

Digitized by Google

Beobachters geht, ist es eben *Mitternacht* für diesen und für andere Beobachter, die mit ihm in demselben Meridiane lie

Der Meridian theilt die ganze Sphäre des Himmels zwei gleiche Theile, in die *östliche* und *westliche Hemisphäre*; in jener gehn die Gestirne auf und in dieser gehn sie unter. Der Durchschnitt der Ebene des Meridians mit dem Horizonte des Beobachters heifst die *Mittagslinie*. Derjenige Endpunct dieser Linie, der auf der Seite liegt, wo die Gestirne ihre gröfste Höhe erreichen, heifst *Süd* oder *Mittag* (*Sud, dies; Midi*) und die entgegengesetzte *Nord* oder *Mitternacht* (*Septentrio*; *Mitwit*). Die in der Mitte zwischen Süd und Nord liegenden Puncte des Horizonts heifsen der *Morgen* oder *Ost* (*Oriens, Orient, Levant* oder *Est*) und der *Abendpunct* oder *West* (*Occidens, Occident, Couchant* oder *Ouest*). Jener liegt auf derjenigen Seite der Mittagslinie, wo die Gestirne aufgehn, und dieser auf der entgegengesetzten Seite, wo sie untergehn. Der Ost- und Westpunct bilden demnach die beiden Pole des Meridians.

Nach dem Vorhergehenden ist also der *irdische Meridian* (*Méridien terrestre*) eines Beobachters derjenige gröfste Kreis der Erdoberfläche, der durch die beiden Pole und durch den Beobachter geht. Man pflegt ihn in der mathematischen Geographie auch den *Breitenkreis* des Beobachters zu nennen, weil durch ihn die *geographische Breite*, das heifst, die Entfernung des Beobachters von dem irdischen Aequator bestimmt wird. Alle Bewohner derselben Hälfte des Meridians zwischen den beiden Polen haben in demselben Augenblicke *Mittag*, wie sie auch alle dieselbe *geographische Länge* haben; diejenigen aber, welche die andere Hälfte dieses Meridians bewohnen, haben Mitternacht, wenn jene Mittag haben, und umgekehrt, und ihre geographische Länge ist von jener in der ersten Hälfte um 180 Grade verschieden. Aus diesem Grunde sagt man, dafs die astronomischen Tafeln, die z. B. für die Zeit von Paris oder von Greenwich berechnet worden sind, für den Meridian von Paris oder von Greenwich verfafst seien, weil diese Tafeln von allen denjenigen, die in demselben Meridiane von Paris oder Greenwich wohnen, ohne Aenderung der Zeit gebraucht werden können. In der mathematischen Geographie nimmt man irgend einen dieser irdischen Meridiane für den ersten an und zählt dann die geographischen Lä

Orte der Erde von diesem ersten Meridiane in der Rich-
von West gen Ost, am besten bis 360 Grade oder bis
Stunden. Die ältern Geographen zählen von diesem ersten
idiane die Länge zu beiden Seiten nur bis 180 Grade oder
Stunden, wobei sie gezwungen sind, östliche und west-
Längen zu unterscheiden. So hat Rio Janeiro eine geo-
sche Länge von Paris, die gleich 315 Graden oder 21
ist, oder, nach der ältern Art sich auszudrücken, die
von Rio ist 45° oder 3^h *westlich* von Paris. Uebrigens
die Geographen noch immer nicht über die Wahl dieses
Meridians übereingekommen. Die Deutschen legen ihn
lich durch Ferro, eine der canarischen Inseln, doch
dadurch die Länge der Sternwarte in Paris gleich 20
oder 1^h 20′ östlich werde. So hat Wien die östliche
von Paris 0^h 56′ 10″, also von Ferro 2^h 16′ 10″, oder,
gen ausgedrückt, ist die östliche Länge Wiens von Pa-
1° 2′ 30″, also auch von Ferro 34° 2′ 30″. Die fran-
chen Geographen aber legen ihren ersten Meridian durch
, die Engländer durch Greenwich, die Spanier durch
rid u. s. f. Durch diesen Mangel an Vereinigung ist eine
unangenehme Verschiedenheit unserer Charten entstan-
, die sich aber, wie es scheint, ebensowenig entfernen
, als alle die andern Unschicklichkeiten, die blofs von der
Wahl eines jeden abhängen, wohin z. B. vorzüglich die
rung des Decimalsystems in der wissenschaftlichen Welt
wohl als auch in dem gewöhnlichen geselligen Verkehre der
schen gehört.

Eine noch gröfsere Störung, besonders für Seefahrer, ver-
ursachte die obige Bemerkung, dafs zwei Menschen, welche
die entgegengesetzten Hälften desselben Meridians bewohnen,
z. B. zwei Antipoden, in ihrer Zeit immer um 12 ganze Stun-
den verschieden sind, so dafs also z. B. der eine Mittag zählt,
wenn der andere eben Mitternacht hat, und umgekehrt. Da
man beinahe an allen Orten der Erde den Tag mit der
Mitternacht anzufangen pflegt, so läfst sich nicht mit Bestimmt-
heit festsetzen, welchen Wochentag unsere Antipoden zählen
mögen, wenn wir eben Sonntag, Montag u. s. f. haben. Wenn
wir z. B. in Wien eben Sonntag Mittag zählen, was zählen in
demselben Augenblicke unsere Antipoden? Wenn wir mit ei-
ner nach der Wiener Zeit gestellten und gleichförmig fortge-

Digitized by Google

henden Uhr von Wien nach Ost zu den Antipoden
wollten, so würde unsere Uhr gegen die Ortszeit der L
die wir auf unserm Wege treffen, immer mehr *zurückbl*
je weiter wir gen Ost vordringen, und wenn wir endlic
den Antipoden dieser Stadt ankommen, wird unsere Uhr,
gen die Zeit dieser Antipoden, um volle 12 Stunden z
seyn, so dafs, wenn man in Wien eben Sonntag Mittag
in demselben Augenblicke die Antipoden den Anfang
Montags haben würden. Umgekehrt aber, wenn wir von
gegen West zu den Antipoden reisen, so wird unsere
immer vor den Uhren der andern Länder *voraus* gehn
endlich, wenn wir bei den Antipoden ankommen, voll
Stunden zu früh gehn. In diesem Falle also werden die
tipoden in dem Augenblicke, wo man in Wien eben So
Mittag hat, die diesem Sonntag vorausgehende Mitter
oder sie werden den Anfang ihres Sonntags haben. So
es demnach sich ereignen, dafs z. B. von zwei einander
nahe liegenden Inseln, in der Nachbarschaft unserer Antip
die Bewohner der einen Insel einen vollen Tag mehr zä
als die andern, dafs die einen bereits ihren Montag anfa
die andern in demselben Augenblicke erst ihren Sonntag
ginnen. Wenn nämlich eine dieser Inseln von Europäern
wohnt ist, die aus unserm Welttheile gegen West, also
America, auf jene Insel gekommen sind, so werden sie e
Tag weniger zählen, als die Bewohner der andern Insel, die d
von Ost oder über Asien hingekommene Europäer bev
worden ist. Wenn demnach ein Ort in der Nähe unserer
tipoden, in Beziehung auf Wien, die östliche Länge L hat,
hat er auch die westliche Länge $24 - L$, wenn L in S
den ausgedrückt wird, und jetzt wird alles darauf ankom
ob man diese Länge für eine östliche oder aber für eine w
liche halten will, was offenbar willkürlich ist. Nimmt ma
östlich an, so wird es zu der Zeit, wo es in Wien eb
Uhr ist, an jenem Orte $(T + L)$ Uhr seyn; nimmt ma
diese Lage als westlich an, so wird man in demselben
genblicke an jenem Orte $T - (24 - L) = T + L - 24^h$,
genau volle 24 Stunden weniger zählen, als zuvor. Es
nicht an Vorschlägen gefehlt, dieser Inconvenienz zu begeg
und erst in den neuesten Zeiten sind derselben wieder m
rere gemacht worden. Da aber, wie gesagt, dieser Unterschi

Zufall oder von der Willkür der Menschen abhängt, so alle diese Vorschläge so lange ohne Erfolg bleiben, nicht alle Menschen zu einer und derselben Ansicht gen kann.

L.

Meridiankreis.

astronomisches Instrument und zwar das vorzüglichste beobachtenden Astronomie. Man sieht dasselbe Zeichnung so abgebildet, wie man sie in Deutschland Fig. 257.
REICHENBACH's Angaben zu verfertigen pflegt. Auf den Pfeilern P und Q sind bei A und B metallene Platfestigt, die sich nach allen vier Seiten verschieben las- Auf den Einschnitten dieser Platten ruhn die beiden der horizontalen Axe AB des Instruments. Durch den in der Mitte dieser Axe geht das Fernrohr CD und einen Ende A der Axe sind zwei concentrische in ei- diese Drehungsaxe AB senkrechten Lage angebrachte befestigt. Die Peripherien dieser zwei Kreise sind nahe, dafs sie sich nur nicht eben berühren. Der äufsere dieser Kreise ist an seinem mit Silber be- Limbus in Grade und Minuten getheilt und dieser Kreis gleich mit der Rotationsaxe AB durch mehrere starke fest und unveränderlich verbunden, so dafs er sich, das Fernrohr, zugleich mit dieser Axe dreht. Der klei- der innere Kreis, der auch die Alhidade genannt trägt mehrere einander paarweise gegenüberstehende Ver- durch welche die Eintheilung des grofsen Kreises noch untergetheilt wird, so dafs man, mit Hülfe dieser Ver- unmittelbar zwei Secunden ablesen kann. Dieser zwei- (die Alhidade) ist aber nicht an der Drehungsaxe fest, grofse, sondern er ist mit dem Pfeiler P unveränder- verbunden und er bleibt daher fest stehn, wenn der äu- Kreis um den gemeinschaftlichen Mittelpunct beider gedreht wird. Zu diesem Zwecke ist die Oeffnung Mittelpunct der Alhidade etwas weniges grö- als das Ende A der Drehungsaxe, damit die letzte frei diese Oeffnung gehn kann. Die erwähnte Befestigung Alhidade aber an den Pfeiler B wird durch eine ei-

Digitized by Google

gene starke metallene Vorrichtung a b bewirkt. Der Th
dieser Vorrichtung ist ein starkes, in den Pfeiler fest e
lassenes Stahlstück und der Theil b ist eine solide Platt
ein Arm von Messing, der an seinem obersten Theile
mit der Mitte der Alhidade durch starke Schrauben
stigt ist. Beide Theile sind bei c durch eine horizontale,
Schraube mit einander in Verbindung gesetzt. Mittelst
Schraube kann man die ganze Alhidade etwas weniges v
ren Mittelpunct drehn, um ihr die gehörige Lage zu g
die dann während der Beobachtungen unverändert
bleiben soll. Um sich von der Unveränderlichkeit dieser L
versichern oder um von den kleinen Veränderungen,
chen sie ausgesetzt seyn mag, Rechnung zu tragen, w
den Speichen dieser Alhidade, bei d, eine Libelle b
welche jede Aenderung der Alhidade sogleich anzeigt,
man dann auch durch die erwähnte Schraube bei c dies
derung wieder verbessern kann.

Eine ähnliche Vorrichtung hat man auch an dem
Pfeiler Q. Auch hier ist ein in diesen Pfeiler be
Stahlstück a′ mit dem metallenen Arm b′. Dieser Arm
oben mit einem starken Ringe, der die Rotationsaxe A
ihrem Ende B frei umgiebt, so dafs diese Axe sich
diesem Ringe drehn kann. Allein durch die Mitte
Arms und längst der Richtung c′ d′ geht eine Stahl
deren unteres Ende bei c′ in einer verticalen Schraube
läuft. Diese Stahlstange kann mittelst eines an ihrem
sten Ende bei c′ befindlichen Schraubenkopfs erhöht
so dafs dann ihr oberster breiter, in einen Halbmond
fender Theil bei d′ an die Rotationsaxe A B angedrückt
wodurch die freie Rotation dieser Axe A B aufgehoben
den kann.

Wenn man mit diesem Instrumente einen Stern b
ten will, so schraubt man zuerst diese Stahlstange ab
dafs die Rotationsaxe frei wird, und bewegt dann die
A B, also auch das damit fest verbundene Fernrohr u
äufsern Kreis so lange, bis der zu beobachtende Stern
de des Fernrohrs erscheint. Dann schraubt man die
stange wieder aufwärts, so dafs ihr oberer Theil an d
drückt und durch seinen Druck alle weitere freie Be
der Axe oder des Fernrohrs hemmt. Allein auch in dies

Digitized by Google

...nen Lage des Instruments läfst sich doch die Axe AB, ... dem Fernrohre und äufsern Kreise, noch etwas weni... drehn, und zwar durch Hülfe einer feinen horizontalen ...ube a f, und durch diese feine Drehung kann man es ...t dahin bringen, dafs das bereits durch die vorhergehen... ...be und freie Drehung in das Feld des Fernrohrs gebrachte ...n nun auch genau auf den mittlern, horizontalen Faden ...hin kommt, der in dem Brennpuncte des Fernrohrs aus... ...ast ist. Wenn man auf diese Weise den erwähnten Fa... ...nau auf den Stern gestellt hat, so liest man, in die... ...Stande des Instruments, die Verniers des Kreises ab ...ahlt so die gesuchte Höhe des Sterns, wenn man an... ...eben denjenigen Punct des Kreises kennt, der dem Ze... ...des Beobachters entspricht.

In dieser Beschreibung des Meridiankreises sind mehrere ..., aber nicht unwesentliche Vorrichtungen absichtlich ...gen worden, um den Vortrag durch Ueberladung nicht ...lich zu machen. Wir wollen nun die vorzüglichsten ...en kurz nachholen.

Das Instrument soll so aufgestellt werden, dafs die hori... ...ehungsaxe AB genau von Ost nach West, also auch ...d diese Axe senkrechte Ebene der beiden Kreise, so wie ...t dieser Ebene parallele optische Axe des Fernrohrs ge... ...in der Ebene des *Meridians* liegen, woher eben das In... ...ment seinen Namen hat.

Die Rotationsaxe ist ihrer Länge nach, so wie auch die ...en Pfeiler in derselben Richtung, durchbohrt, um dadurch, ...e einer an der andern Seite des Pfeilers angebrachten ...; das Innere des Fernrohrs zu beleuchten und dadurch ...nnten Fäden, bei nächtlichen Beobachtungen, sicht... ...machen. Zu diesem Zwecke ist im Innern das Fern... ...jener durchbohrten Oeffnung gegenüber, ein metallener, ...cher Ring von einiger Breite angebracht, der das Licht ...Lampe auffängt und dasselbe in der Richtung der Länge ...rnrohrs auf jene Fäden reflectirt oder vielmehr dadurch ...ganze Innere des Fernrohrs erleuchtet, so dafs man dann ...Fäden als dunkle gerade Linien auf dem hellen Felde ...Fernrohrs sehn kann.

Da ferner ein kostbares Instrument dieser Art viele Jahre ...n immer gutem Zustande erhalten werden soll und da

Digitized by Google

vor allem zu besorgen ist, dafs die cylindrischen Ende
Axe A B durch das bedeutende Gewicht des Instrumen
gerieben werden, wodurch diese Axenenden ihre ge
Form und das Instrument selbst seine Brauchbarkeit ver
würde, so ist durch Gegengewichte R, R′ und S dafs
sorgt, dafs das ganze Instrument in den beiden Punc
und B nur mit einem sehr kleinen Theile seines Gew
in seinen beiden Metalllagern aufliege, wodurch daher di
bung der Axenenden ungemein vermindert wird. Die
Blei angefüllten Gewichte sind nämlich mit der Rotati
A B auf folgende Weise in Verbindung gesetzt. An de
B der Axe ist eine metallene Stange r angebracht, di
ihrem untern Ende in einen Ring ausläuft; die Oeffnun
ses Ringes ist bedeutend gröfser, als die Axe A B an
Orte und an dem innern Stande dieses Ringes, an de
tern Theile desselben sind bei p und q zwei kleine
förmige Scheiben oder sogenannte Frictionsräder ange
die sich um ihre horizontale Axe bewegen, mit ihrem
Rande etwas über den innern Rand dieses Ringes herv
und dadurch mit dem untern Theile der Axe B in unm
bare Berührung kommen. Der oberste Theil dieser ver
Stange aber hat eine kleine Oeffnung, in welche das ein
de einer andern horizontalen Stange u eingreift, währe
andere Ende derselben Stange u das erwähnte Gewicht R
das sich an dieser Stange verschieben läfst. Diese
läfst sich um einen Stift u bewegen und dieser Stif
von der auf dem Pfeiler Q aufgestellten Säule s getrage
diese Weise bilden die beiden Stangen r und u einen
dessen Unterlage jener Stift u ist und der dort, wo si
de Stangen begegnen, ein sogenanntes Knie hat. Bei
Hebel ist R′ das Gewicht, während die Last die ihm
wendete Hälfte des Instruments ist, und man sieht leic
man dieses Gewicht R′ so lange von dem Unterstüt
puncte u entfernen kann, bis der von diesen beiden K
beschwerte Hebel sehr nahe im Gleichgewichte ist,
das Instrument, welches früher mit seinem ganzen,
Gewichte in seinem Lager bei B auflag, jetzt nur mit
so geringen Drucke auf dasselbe wirken wird, dafs
eben nicht gleichsam frei in der Luft schwebt. Eine äh
Vorrichtung sieht man auch an dem andern Ende A der Rot

Digitized by Google

mit dem Gewichte R angebracht. Auf den erwähnten ...rollen wird dann die Axe AB, wie auf den Rädern ... Wagens, mit Leichtigkeit hin und her gedreht werden ..., ohne dafs man eine weitere Abnutzung der cylindri... Enden dieser Axe zu besorgen hat. Ja selbst das Ge... der beiden Kreise mn, welche auf dieser Axe in dem ... A aufliegen, wird durch ein eigenes Gegengewicht S ... ähnliche Weise aufgehoben. Da man übrigens das ..., wie wir bald sehn werden, öfter umwenden mufs, ... die Kreise mn bald auf der Ost-, bald auf der West... des Fernrohrs zu stehn kommen, so mufs jeder Pfeiler ... zwei Säulen, wie s und t, tragen, von welchen ... s für die Axe und die andere t für die Kreise be... ist.

Rectification des Meridiankreises.

Um an einem solchen Instrumente zu beobachten, mufs ... in allen seinen Theilen gehörig rectificirt seyn. Zu ... Locke bemerken wir zuvörderst, dafs in den Brenn... des Fernrohrs, senkrecht auf die optische Axe des..., eine meistens ungerade Anzahl von senkrechten Fä... aufgespannt ist, von welchen der mittlere durch die opti... Axe des Rohrs selbst gehn soll. Da das Instrument, wie ..., in der Ebene des Meridians aufgestellt wird, so dafs ... optische Axe des Fernrohrs, wenn dasselbe um die ... Axe AB bewegt wird, in der Ebene des Meri... und abgeht, so werden diese Fäden selbst als eben... Theile dieses Meridians zu betrachten seyn und die ... Zeit des Durchgangs eines Sterns durch den mitt... wird gleich der Zeit seines Durchgangs durch den ... selbst oder gleich der Zeit seiner Culmination seyn. ... also an diesem Instrumente, ganz so, wie an dem ...instrumente[1], die Rectascensionen der Gestirne bestim... wenn man die Zeit oder die Correction seiner Uhr be... , oder auch, man wird diese Correction der Uhr be..., wenn man den Durchgang eines Fixsterns durch den ... beobachtet, dessen Rectascension man bereits kennt.

1. *Panageninstrument.* Bd. VII. S. 296.

Distanz a, wie gewöhnlich, nur sehr klein, so wird man dieses Ausdrucks den folgenden anwenden können

$$a = t \cdot \text{Cos. } D$$

und dieses a, ebenfalls in Secunden der Sternzeit ausgedr ist zugleich die Zeit, die ein im Aequator liegender Stern gebraucht, das Intervall zwischen jenen beiden Fäden zu zulegen, während jeder andere, dessen Declination δ ist Zeit

$$t = \frac{a}{\text{Cos. } \delta}$$

dazu verwenden wird. Will man endlich die Distanz Raumsecunden haben, so wird man die so erhaltene Gr noch durch 15 multipliciren.

Um dieses so angefertigte Fadennetz, das auf einem nen Ringe angebracht ist, der sich im Innern des Fern durch eigens dazu angebrachte Schrauben, noch nach Seiten verschieben läfst, genau so zu stellen, dafs die dieses Netzes durch den Brennpunct des Fernrohrs geh wird man zuerst das Ocular des Fernrohrs so stellen, man durch das Rohr sehr weit entfernte Gegenstände deutlich sieht, wozu sich am besten Doppelsterne e Sieht man dann, bei dieser Stellung des Oculars, jene nicht ganz rein und schwarz, so nähert oder entfernt m Ebene des Netzes von dem Auge so lange, bis man die den am deutlichsten sieht. Auch kann man sicherer no nen der Fäden auf einen scharf begränzten und sehr en ten irdischen Gegenstand stellen und dann das Auge v Ocular so weit als möglich seitwärts bewegen. Geht dieser Bewegung des Auges, Auge und Bild des Objec dieselbe Seite, so ist der Faden zu nahe an dem Auge un gekehrt.

Um dann die ersten oder verticalen Fäden auch voll men in eine auf den Horizont des Beobachters senkrecht zu bringen, läfst man den einen dieser Fäden, indem man Fernrohr sanft auf und ab bewegt, an einem wohl begr terrestrischen Gegenstand auf und ab laufen, und sieht z er immer dieselbe Entfernung von dem Gegenstande be Thut man dasselbe auch mit allen andern Fäden, so kann sich dadurch von dem Parallelismus derselben überzeu Dazu mufs aber, streng genommen, die Rotationsaxe AB

ments genau horizontal gestellt seyn. Wie dieses zu er- ist, werden wir weiter unten sehn. Ebenso wird man, man einen eben durch das Feld des Fernrohrs gehenden auf einen der horizontalen Fäden stellt, sehn, ob der so lange er im Felde sichtbar ist, immer den Weg des verfolgt, wodurch die Horizontalität des Fadens con- wird. Wenn man auf diese Weise das Fadennetz in nen Theilen berichtigt hat, so wird man zu den Be- gen des Instruments selbst schreiten. Wir wollen ch der Ordnung kurz anführen, weil die Wichtigkeit Instruments die Kenntnifs dieser Rectificationen erfor- weil sie auch zugleich bei andern Instrumenten, oft kleinen Modificationen, nützlich angewendet werden

Die optische Axe des Fernrohrs mufs auf der Dre- AB des Instruments genau senkrecht stehn. Diese diejenige gerade Linie, welche die Mitte des Objectivs rohrs mit dem Brennpuncte desselben verbindet und bereits erwähnt, auch auf der Ebene des Fadennetzes stehn mufs. Wenn nämlich diese senkrechte Stel- optischen Axe auf der Drehungsaxe nicht statt hat, das Fernrohr, selbst wenn die Drehungsaxe horizon- Kreis beschreiben, also auch nicht in der des Meridians auf und ab gehn, wie dieses doch noth- von dem Instrumente gefordert wird.

Um diese Stellung der optischen Axe zu erreichen, wird der mittlern verticalen Fäden auf ein wohlbegrenztes, Object stellen und dann das ganze Instrument in Lager umwenden, so dafs der Kreis m n auf die Seite dem Pfeilers zu stehn kommt. Trifft der Faden, in die- nen Lage des Instruments, jenes Object wieder in dem- Punct, so steht die optische Axe richtig. Im entge- gesetzten Falle aber wird man den mittlern Faden, mittelst der bestimmten Schraube, um die Hälfte des bemerkten verbessern und dann das angezeigte Verfahren so lange holen, bis man keine Fehler mehr bemerkt.

Obschon man auf diese Weise den Fehler der Axe oder genannten *Collimationsfehler* des Instruments sehr klein kann, so läfst er sich doch nur schwer ganz weg- n, und selbst wenn er weggebracht ist, wird man nicht

Digitized by Google

sicher seyn, dafs er in kurzer Zeit durch irgend eine A
rung des Instruments, selbst schon durch den Einfluss eine
schiedenen Temperatur desselben, sich nicht wieder ge
habe. Die neuern Beobachter ziehn es daher vor, diese
wie alle andere Fehler, zuerst allerdings durch mecha
Mittel, wie z. B. das eben erwähnte, so klein als mögl
machen, aber dann den etwa noch übrig bleibenden od
nen erzeugenden Fehler unmittelbar durch astronomisch
obachtungen mit viel gröfserer Schärfe zu bestimmen un
dieser Bestimmung bei jeder fernern Beobachtung Rech
tragen.

So wird man also auch hier, wenn einmal jener Co
tionsfehler nur klein ist, den noch übrigen Rest desselb
folgende Weise bestimmen. Man beobachte den Durc
eines dem Pole sehr nahen Sterns an dem ersten der in
Fernrohre senkrecht ausgespannten Fäden. Die Zeit
Beobachtung, durch das bekannte Intervall der Fäden au
Mittelfaden reducirt, sey Θ. Dann wende man den Meridia
um, so dafs die Kreise m n auf die andere Seite kommen
beobachte den Stern wieder an dem letzten Faden, das
an demselben, der vorhin der erste war. Die Zeit dieser
ten Beobachtung, auf den Mittelfaden gebracht, sey Θ'
nun $90° - c$ der Winkel, welchen die optische Axe
Rohrs mit der Rotationsaxe A B des Instruments macht,
man

$$c = \tfrac{1}{2}(\Theta' - \Theta)\ \text{Cos.}\ \delta,$$

wo δ die Declination des Sterns und c in Zeitsecunden
gedrückt ist.

II. Wenn so der Collimationsfehler c des Instrumen
kannt ist, so mufs man zusehn, ob die Rotationsaxe A B
kommen horizontal liegt. Dieses findet man am besten
die Hakenlibelle, von welcher bereits oben[1] gesprochen
den ist und die man in Bd. VII. Fig. 25. bei g x x g'
bildet sieht. Man hängt diese Libelle mit ihren beide
ken an die Axenenden A und B auf und liest die Zah
ab, die der Mitte der Luftblase entspricht. Dann wendet
diese Libelle um, so dafs ihr östliches Ende auf die W
seite kommt, und wenn in dieser Lage die Mitte der Bl

1 S. Art. *Passageninstrument.*

so hat man, wenn k den schon bekannten Werth ei-
Theilstrichs der Libelle in Raumsecunden bezeichnet,

$$b = \frac{k}{30}(m - n),$$

der gesuchte Winkel in Zeitsecunden ausgedrückt ist,
en die Rotationsaxe mit dem Horizonte bildet. Ist die-
Winkel b noch beträchtlich, so wird man ihn dadurch
ern können, dafs man die Unterlage des einen oder
dern Endes der Schraube bei A oder B, mittelst der
bestimmten Schraube, um die Hälfte des gefundenen Feh-
ers. Dasselbe Verfahren wird man dann so lange wie-
holen bis der Fehler b so klein ist, dafs man ihn durch
e mechanische Mittel nicht gut mehr verringern kann.

III. Wenn so die beiden Fehler b und c berichtigt sind,
rd das Fernrohr, wenn man es auf und ab bewegt, die
e eines Verticalkreises beschreiben. Allein es soll nur in
Ebene desjenigen Verticalkreises, der zugleich durch die
n Pole geht, liegen, oder es soll, seiner oben erwähnten
immung gemäfs, die Ebene des Meridians beschreiben.
nen wir an, dafs der von der optischen Axe des Fern-
beschriebene Verticalkreis mit dem Meridiane den kleinen
kel a bilde, so dafs also a das Azimuth dieser optischen
ist. Um diesen Winkel a zu finden, sey t die Uhrzeit
beobachteten Durchgangs eines bekannten Sterns, dessen
ascension α und Declination δ ist, durch den Mittelfaden
Fernrohrs, und man setze der Kürze wegen

$$m = \frac{\text{Sin.}(\varphi - \delta)}{\text{Cos.}\,\delta},$$

φ die Polhöhe des Beobachtungsortes bezeichnet. Für ei-
anderen Stern seyen dieselben Gröfsen

$$t', \alpha', \delta' \text{ und } m' = \frac{\text{Sin.}(\varphi - \delta')}{\text{Cos.}\,\delta'}.$$

an man an, dafs die optische Axe des Fernrohrs, wäh-
der Bewegung desselben, auf der Südseite des Zeniths
nach vom Meridian liege, und dafs ferner die zu diesem
ge gebrauchte Uhr, zur Zeit der Beobachtung, um x Se-
den zu spät gegen Sternzeit gehe, so hat man für den er-
n Stern

$$x = \alpha - t - m.a$$

ebenso für den zweiten

$$x = \alpha' - t' - m'.a.$$

Eliminirt man aus diesen beiden Gleichungen die Gröfse x, so erhält man für das gesuchte Azimuth des Fernrohrs

$$a = \frac{(\alpha' - t') - (\alpha - t)}{m' - m}$$

oder

$$a = [(\alpha' - t') - (\alpha - t)] \cdot \frac{\text{Cos.}\delta \,.\, \text{Cos.}\delta'}{\text{Cos.}\varphi \,\text{Sin.}(\delta - \delta')}.$$

Man bemerke noch, dafs, wenn man einen *Circumpolarstern* zu diesen Beobachtungen gewählt hat, man statt δ das Complement seiner Declination zu 180° setzen mufs, vorausgesetzt dafs man ihn in seiner untern Culmination beobachtet hat. Für den Polarstern ist z. B. die Declination 88° 30′, also wird man für seine untere Declination $\delta = 91°\ 30'$ setzen. Ueberhaupt sind solche dem Pole nahe Sterne, wie der vorhergehende Ausdruck zeigt, die vortheilhaftesten zur Bestimmung der Gröfse a, und man wird am besten thun, wenn man statt zweier Sterne, nur einen solchen Circumpolarstern, aber in seinen beiden Culminationen, beobachtet. Ist nämlich t die Zeit der obern und t′ die der untern Culmination und δ die Declination des beobachteten Sterns, so hat man

$$a = \frac{t' - t - 12^h}{2\,\text{Cos.}\varphi\,\text{Tang.}\delta},$$

welcher Ausdruck von der Kenntnifs der Rectascension des Sterns, wie man sieht, ganz unabhängig ist.

Diese Bestimmung des Azimuths a des Fernrohrs setzt voraus, dafs man die beiden andern Fehler b und c desselben schon ganz weggebracht hat. Da aber dieses durch mechanische Mittel nicht gut möglich ist, so wird es besser sein, diese Fehler b und c′, nachdem man sie durch das oben gezeigte Verfahren klein genug gemacht hat, durch astronomische Beobachtungen zu bestimmen und dann, bei der Bestimmung des dritten Fehlers a, davon Rechnung zu tragen.

Ist nämlich wieder für den ersten Stern

$$m = \frac{\text{Sin.}(\varphi - \delta)}{\text{Cos.}\delta} \text{ und } n = \frac{\text{Cos.}(\varphi - \delta)}{\text{Cos.}\delta}$$

und setzt man ebenso für den zweiten

$$m' = \frac{\text{Sin.}(\varphi - \delta')}{\text{Cos.}\delta'}, \text{ und } n' = \frac{\text{Cos.}(\varphi - \delta')}{\text{Cos.}\delta'},$$

so hat man, wenn man auch die Fehler b und c berücksichtigt, die beiden Gleichungen

Digitized by Google

$$\alpha = t + x + am + bn + \frac{c}{\text{Cos. } \delta} \quad \ldots \quad \text{(I)}$$

$$\alpha' = t' + x + am' + bn' + \frac{c}{\text{Cos. } \delta'} \quad \ldots \quad \text{(II)}$$

d daraus erhält man den gesuchten Werth von a durch den ndruck

$$= \frac{(\alpha - t) - (\alpha' - t') - b(n - n') - c\left(\frac{1}{\text{Cos. } \delta} - \frac{1}{\text{Cos. } \delta'}\right)}{m - m'}.$$

n man aber auch hier, was am vortheilhaftesten ist, nur ei- n einzigen Circumpolarstern, aber in seinen beiden Culmi- tionen beobachtet, so hat man für die obere Culmination

$$\alpha - t - x) \text{Cos. } \delta = a \text{ Sin. } (\varphi - \delta) + b \text{ Cos. } (\varphi - \delta) + c \ldots \text{(III)}$$

d für die untere

$$2\pi + \alpha - t - x) \text{Cos. } \delta = a \text{ Sin. } (\varphi + \delta) + b' \text{Cos. } (\varphi + \delta) - c \ldots \text{(IV)},$$

dals man daher für das gesuchte Azimuth den Ausdruck ält

$$= \frac{12 + t - t' + [b \text{ Cos. } (\varphi - \delta) - b' \text{ Cos. } (\varphi + \delta) + 2c] \frac{1}{\text{Cos. } \delta}}{2 \text{ Cos. } \varphi \text{ Tang. } \delta}.$$

ennt man aber auf diese Weise die drei Fehler a, b, c des struments, so zeigen die Gleichungen I, II, so wie III, , dals man mit diesem Instrumente unmittelbar die Rectascen- n α des beobachteten Sterns erhält, wenn bereits die Cor- tion der Uhr gegeben ist, oder umgekehrt diese, wenn e bekannt ist. Wählt man die Beobachtungen jedes Tages hörig aus, so wird man an diesem Instrumente zuerst den hler x der Uhr und dann die Rectascension α der noch un- kannten Fixsterne oder Planeten mit der gröfsten Schärfe timmen können, und dieses ist einer der wichtigsten Vor- ile, welche dieses Instrument der beobachtenden Astronomie währt.

IV. Allein dieses sind, obschon die vorzüglichsten, doch neswegs noch alle die Correctionen, welche man bei der obachtung mit diesem Instrumente berücksichtigen mufs. Da selbe, wie gesagt, ein so wichtiges Instrument der neuern obachtenden Astronomie ist und da es, gehörig behandelt, e so grofse Präcision in seinen Resultaten gewährt, so wird angemessen seyn, die noch übrigen Correctionen desselben r kurz anzuzeigen.

Digitized by Google

Die beiden Kreise m, n dieses Instruments sind, wie bereits erwähnt, dazu bestimmt, entweder die *Höhe* oder die *Poldistanz* des an dem mittlern horizontalen Faden beobachteten Sterns zu bestimmen. Zu diesem Zwecke muss die Ebene dieser beiden concentrischen Kreise genau vertical gestellt seyn. Wäre n der Winkel, welchen diese Ebene des Kreises mit der durch seinen Mittelpunct gehenden Verticalebene macht, so hätte man, wenn z die an dem Instrumente gefundene und z' die wahre Zenithdistanz des Sterns bezeichnet, die Gleichung

$$\text{Cos. } z' = \text{Cos. } n \text{ Cos. } z,$$

oder, da n nur klein seyn kann,

$$z' - z = \frac{n^2}{2} \text{ Cotg. } z. \text{Sin. } 1''$$

für die Correction, die man an jeder beobachteten Zenithdistanz z anbringen muss, um die wahre Zenithdistanz z' zu erhalten. Man sieht, dass dieser Fehler besonders bei den dem Zenith nahen Sternen gefährlich werden kann. Wenn aber die Rotationsaxe A B des Meridiankreises genau horizontal gestellt worden ist, so kann man, bei wohlgebauten Instrumenten dieser Art, jenen Fehler n ohne Nachtheil vernachlässigen, da der Künstler die Mittel besitzt, die Ebene dieser Kreise so zu bekommen senkrecht auf ihre Axe zu setzen.

Nennt man z die Meridianzenithdistanz eines Sterns, p die Poldistanz desselben und ψ die Aequatorhöhe des Beobachtungsortes, so hat man bekanntlich für Culminationen auf der Südseite des Zeniths

$$\psi = p - z.$$

Für Culminationen auf der Nordseite des Zeniths aber ist bei oberen Culminationen

$$\psi = z + p$$

und bei untern Culminationen

$$\psi = z - p.$$

Dürfte man nun annehmen, dass der Künstler, welcher den Meridiankreis verfertigte, den Nullpunct der Theilung dieses Kreises bereits so gestellt habe, dass er genau dem Zenith des Beobachters entspreche, so würden diese Gleichungen hinreichen, durch eine einzelne Beobachtung an diesem Kreise eine von den drei Gröfsen z, p oder ψ zu bestimmen, wenn die beiden andern bereits bekannt sind. Allein diese Annahme

nicht zugegeben werden, also ist es Sache des Beobach-
len eigentlichen Mittelpunct der Theilung oder den Ze-
nct des Kreises selbst zu bestimmen. Nehmen wir an,
instler habe seinen mit 0 bezeichneten Punct um den
nnten Bogen x zu weit vor- oder rückwärts von dem
n Puncte gesetzt. Nennt man überdiefs r die Refraction,
e der beobachteten Zenithdistanz zugehört, so wird man,
ur bei den Circumpolarsternen, als den geeignetsten zu
n Zwecke, stehn zu bleiben, für die beiden letzten Glei-
en eigentlich die folgenden setzen müssen:

ler obern Culmination

$$\psi = z + x + r + p \ldots (1)$$

in der untern

$$\psi = z' + x + r' - p \ldots (2)$$

gesetzt nämlich, dafs, wegen der erwähnten Fehler des
lers, der Kreis in dieser Lage alle Zenithdistanzen um
röfse x zu klein gebe. Wenn man nun aber das ganze
ment umwendet, so dafs die Kreise m, n, die früher
bei dem östlichen Pfeiler P standen, jetzt auf die Seite
estlichen Q kommen, so wird in dieser Lage des Instru-
der Kreis alle damit beobachteten Zenithdistanzen of-
um dieselbe Gröfse x zu klein geben und man wird
haben

die obere Culmination

$$\psi = z'' - x + r + p \ldots (3)$$

l für die untere

$$\psi = z''' - x + r' - p \ldots (4).$$

diesen Gleichungen sieht man, dafs man die Gröfse x
Umkehrung des Instruments, nämlich dadurch bestim-
ann, wenn man denselben Stern in derselben Culmina-
n der ersten und auch in der zweiten oder umgewen-
Lage des Instruments beobachtet. In der That giebt die
enz der Gleichungen 1 und 3

$$x = \tfrac{1}{2}(z'' - z)$$

len beiden obern Culminationen, und ebenso giebt die
enz der Gleichungen 2 und 4

$$x = \tfrac{1}{2}(z''' - z')$$

den beiden untern Culminationen. Man erhält so den Feh-
r des Nullpuncts der Theilung, ohne die Polhöhe, ohne
Poldistanz und selbst, was besonders vortheilhaft ist, ohne

Digitized by Google

die Refraction zu kennen, die besonders bei etwas gr
Zenithdistanzen noch immer unsicher ist.

Addirt man aber alle vier Gleichungen, so gieb
Summe

$$\psi = \tfrac{1}{4}(z + z' + z'' + z''') + \tfrac{1}{4}(r + r')$$

oder die gesuchte Aequatorhöhe, die aber, wie man sieht
Kenntnifs der Summe der beiden Refractionen voraus
was nicht vortheilhaft ist. Dafür erhält man durch die
ferenz der Gleichungen 1 und 2 oder auch der Gleichu
3 und 4

$$p = \tfrac{1}{2}(z' - z) + \tfrac{1}{2}(r - r)$$

oder

$$p = \tfrac{1}{2}(z''' - z'') + \tfrac{1}{2}(r' - r)$$

oder man erhält die Poldistanz p des Sterns, wenn ma
die Differenz der beiden Refractionen kennt, und diese
renz läfst sich allerdings mit desto gröfserer Sicherheit a
kannt voraussetzen, je näher der beobachtete Stern an
Pole steht oder je weniger seine beiden Zenithdistanze
der obern und untern Culmination von einander versch
sind. Auf diese Weise kann man also die Gröfsen x u
als durch die Beobachtungen bestimmt betrachten. Alle
Gröfse ψ selbst läfst sich nicht finden, ohne die Refra
r oder r' selbst als bereits bekannt vorauszusetzen.

Eigentlich befindet man sich wohl hier in einem
nannten fehlerhaften Cirkel, da sich die Polhöhe eines
nicht ohne die Kenntnifs der Refraction, so wie auch d
sich nicht ohne jene bestimmen läfst. Folgendes Verf
wird uns aus diesem Irrgange befreien. Nehmen wir an,
wir, was immer der Fall ist, sowohl die Polhöhe p des
obachteten Sterns, als auch die seiner Zenithdistanz zug
rende Refraction r wenigstens beinahe, etwa bis auf ei
Secunden genau, kennen und dafs diese beiden wahren
uns daher noch unbekannten Gröfsen $p + dp$ und $r + dr$
sollen. Nimmt man blofs auf den vorzüglichsten Coefficie
den der Refraction, Rücksicht, der hier allein als noch
Correction bedürfend angesehn werden darf, so hat man,
z die beobachtete Zenithdistanz ist,

$$r = a\,m.\,Tang.\,z,$$

wo $a = 58''$ und m der von dem Barometer und Ther

abhängige bekannte Factor ist, so daſs daher die wahre
action

$$r + dr = (a + da)\, m \,.\, \text{Tang.}\, z$$

wird. Nehmen wir nun an, man hätte eine groſse An-
von beobachteten Zenithdistanzen eines Sterns, in der
sowohl, als auch in der untern Culmination, und zwar
beiden Lagen des Meridiankreises erhalten, so würde, wenn
p für die obern und r′ und p′ für die unteren Culmi-
gehören und wenn diese vier Gröſsen genau bekannt
man also haben (wenn man die Summe der vorherge-
Gleichungen 1 und 3 und ebenso die Summe der Glei-
2 und 4 nimmt)

$$\psi = \tfrac{1}{2}(z + z'') + r + p$$

$$\psi = \tfrac{1}{2}(z' + z''') + r' - p',$$

diese zwei Werthe von ψ müſsten einander gleich seyn,
anders die beobachteten Zenithdistanzen und diese vier
r und r′, p und p′ richtig sind. Da nun das Letzte,
Voraussetzung zufolge, nicht der Fall ist, so wird
in den beiden letzten Gleichungen statt p und p′ die
$p + dp$ und $p' + dp'$ und statt r und r′ die vorherge-
Werthe dieser Gröſsen substituiren. Da aber dann
beiden letzten Werthe von ψ einander gleich seyn sollen,
wird auch die Differenz derselben gleich Null seyn oder
wird haben

$$0 = \tfrac{1}{2}(z + z'') - \tfrac{1}{2}(z' + z''') + r - r' + p + p',$$

wenn man der Kürze wegen setzt

$$n = \frac{z + z''}{2} + r + p \text{ und } n' = \frac{z' + z'''}{2} + r' - p',$$

r, r′, p und p′ die oben angenommenen, schon nahe be-
Werthe dieser Gröſsen bezeichnen, so wird man

$$0 = n - n' + 2\,dp + (m\,\text{Tang.}\, z - m'\,\text{Tang.}\, z')\,.\,da,$$

dieses ist eine der Bedingungsgleichungen, die man für
doppelte Beobachtung der obern und untern Culmination
Circumpolarsterns erhalten wird. Nehmen wir z. B. an,
Doppelpaar dieser Beobachtungen hätte die Glei-

$$0 = 2'',5 + 2\,dp + 0,5\,da$$

das zweite hätte ebenso

Digitized by Google

$$0 = 1'',9 + 2\,dp + 0,7\,da$$

gegeben, so würde man daraus die beiden Werthe

$$da = + 3'' \text{ und } dp = - 2''$$

finden, und dadurch wäre nun die Refraction sowohl, als die Poldistanz des Sterns vollkommen genau bekannt, dann hat es keine Schwierigkeit mehr, auch die Gröfse ψ jeder der vier vorhergehenden Gleichungen (1 bis 4) zu bestimmen. Dabei wurde nur vorausgesetzt, dafs alle beobachtete Zenithdistanzen vollkommen richtig und fehlerfrei wären. Da dieses aber von keiner Beobachtung, so wie überhaupt von keinem Menschenwerke gesagt werden kann, so bleibt nichts übrig, als so viele und so gute Beobachtungen, als möglich, zu sammeln, aus jedem zusammengehörenden Doppelpaare eine den obigen ähnliche Bedingungsgleichung abzuleiten, und dann aus allen diesen Gleichungen, nach der Methode der kleinsten Quadrate, die wahrscheinlichsten Werthe der beiden Gröfsen da und dp zu bestimmen. Auf diese Weise erhält man nicht nur die wahren Werthe von p und ψ, sondern auch den Ort des wahren Polpunct oder desjenigen Punct des Kreises, welcher dem Nordpol des Aequators entspricht, so wie man vorher, durch Umkehren des Instruments, die Gröfse x oder den wahren Zenithpunct des Kreises erhielt. Kennt man aber einmal die Gröfsen p und r für einen Stern, so kann man in jede spätere Beobachtung desselben den wahren Polpunct des Kreises, falls er sich etwas verändert haben sollte, leicht wieder auffinden, und mit dem so bekannten Polpuncte sofort jede Beobachtung eines andern Sterns an dem Kreise die noch unbekannte *Poldistanz* oder, wenn man sie auf den Zenithpunct des Kreises reducirt, auch die *Zenithdistanz* dieses Sterns, so dafs man also, wie oben gesagt, mit dem Meridiankreise die vollständige Lage jedes Gestirns schon durch eine einzige Beobachtung erhalten kann.

V. Eine besondere Sorgfalt mufs auch auf die Form der beiden Enden oder der sogenannten Zapfen der Umdrehungsaxe bei A und B gewendet werden. Diese Zapfen müssen Cylinder mit kreisförmiger Basis seyn. Die oben erwähnte Hänglibelle giebt die Mittel, die Abweichung der Form dieser Zapfen von der geforderten zu erkennen und von dieser den Beobachtungen Rechnung zu tragen, so wie man auch mit derselben Libelle sich von der Gleichheit der Dicke

Digitized by Google

er dieser cylindrischen Zapfen überzeugen kann. Auch man öfter bemerkt, dafs das Fernrohr während seiner ung in verschiedenen Zenithdistanzen verschiedene, wenn nur geringe Abweichungen von der Ebene des Meridians t. Zu dieser Untersuchung wird man sich am besten ei- Quecksilberhorizontes bedienen und nebst der gewöhnlichen des Sterns auch noch die Tiefe seines Bildes in dem gel an dem Kreise bestimmen. Dasselbe Mittel wird auch nigen Fehler des Kreises entdecken und bestimmen lassen, he durch eine Biegung der einzelnen Theile des Instru- s in Folge der ungleichen Wirkung der Schwere entstehn en[1].

othwendiger Nachtrag über das Aequatoreal.

Das Aequatoreal ist bereits unter dem Artikel dieses Na- s in dem ersten Theile dieses Werkes umständlich be- ieben worden, aber der Gebrauch und die diesem Gebrauche usgehenden nothwendigen Rectificationen sind daselbst nicht egeben worden, sondern es wird gesagt: „zur Berichti- ng dieses Instruments dienen ähnliche Beobachtungen, wie dem Mittags- oder Meridiankreise, daher ich hier auf dort umständlicher zu erwähnenden Mittel verweise.“ dieses Instrument, besonders in der vollkommenen Art, es in unsern Tagen gebaut wird, ebenfalls eines der wich- en der neuern Astronomie ist, so mufs jenem früheren prechen jetzt nachgekommen werden, obschon hier, bei Meridiankreise, nicht der schicklichste Platz dazu ist und die Rectificationen beider Instrumente, jener Versiche- ungeachtet, wohl nur wenig ähnliches unter einander n, wie wir sogleich näher sehn werden.

Wenn der Leser das, was bereits an dem erwähnten Orte em Art. *Aequatoreal* gesagt worden ist, mit Aufmerksam-

1 Diese und mehrere andere Untersuchungen des Meridiankreises et man näher angezeigt in Bessel's astron. Beobachtungen Bd. X., chumacher's astron. Nachrichten Bd. IV, in den Annalen der er Sternwarte Bd. X, in Littrow's Vorles. über Astron. Bd. 200 bis 233 u. s. f.

Digitized by Google

keit durchgeht, so wird er bemerken, dafs dieses ebens
reiche als nützliche Instrument vorzüglich sechs Fehle
terworfen ist, die man kennen lernen mufs, um sie, w
stens gröfstentheils, durch mechanische Mittel wegzusc
und um dann von den noch übrig bleibenden Fehler
jeder künftigen, auf Genauigkeit Anspruch machenden
achtung Rechnung tragen zu können. Wenn nämlich
Instrument in einem guten, beobachtungsfähigen Zustand
soll, so mufs I. die grofse Rotationsaxe desselben in der
des Meridians liegen und II. mit dem Horizonte eine
Polhöhe des Beobachtungsortes gleichen Winkel bilde
mufs aber auch ferner III. die Ebene des Declinationsk
mit jener Rotationsaxe parallel und IV. die optische Ax
Fernrohrs mit dieser Ebene des Declinationskreises p
seyn. Endlich mufs V. sowohl der Vernier des Stunde
ses, als auch VI. jener des Declinationskreises seine ge
Stelle auf diesen Kreisen einnehmen oder doch die A
chung derselben bekannt seyn. Andere Forderungen, w
B. die senkrechte Stellung des Stundenkreises auf die
tionsaxe u. s. f., werden gewöhnlich schon von dem Kü
der das Instrument verfertigt, mit grofser Schärfe berüc
tigt, da ihm die neue und sehr vollkommene Einric
seiner Drehbänke alle Mittel an die Hand giebt, diesen
derungen mit Präcision zu entsprechen.

Wir wollen zuerst ein blofs mechanisches Verfahren an
durch welches man alle erwähnte sechs Fehler nahe ganz
schaffen kann. Man bringe das Instrument durch irgend eine
richtung, die, da sie blofs zur vorläufigen Bestimmung
Fehler dient, auch von Holz, nur solid genug, gearbeitet
kann (sie kann in einem fast vertical aufgestellten Balke
einem Seitenarm, wie z. B. in der Fig. 45. des Bd. II.
ses Werkes, bestehn), in einer solchen Stellung, dafs die
fse Rotationsaxe vertical, also der Stundenkreis hori
werde. In dieser Lage kann man das Aequatoreal ganz
den *Multiplicationskreis* behandeln und die drei letzten
III, IV und VI. oben angezeigten Fehler ganz so, wie
bei diesem Instrumente sagen werden, berichtigen. Der
ler III wird nämlich mittelst der Hängelibelle, die für
Axe des Declinationskreises bestimmt ist, und der Fehl
wird durch Umwenden des Instruments um seine jetzt

Digitized by Google

Axe weggebracht. Hat man aber diese zwei Fehler
t, so wird man die Höhe irgend eines terrestrischen
s mit umgewendeten Instrumente oder zweimal beobach-
d dadurch den Zenithpunct, also auch den Fehler VI des
s des Declinationskreises bestimmen.

Kennt man aber so den Zenithpunct des Declinationskrei-
s findet man auch sofort den Polpunct desselben, wenn
n dem Zenithpuncte um einen Bogen weiter zählt,
r der Aequatorhöhe des Beobachtungsortes gleich ist.

Nachdem diefs geschehn, lege man das Instrument wie-
seine frühere Lage zurück, so dafs A) die Rotations-
selben der Weltaxe nahe parallel werde und dafs B)
Declinationskreis in eine auf den Horizont nahe senk-
Lage komme. Diesen zwei Forderungen wird man
auf folgende Weise entsprechen. Mit der bereits er-
ten Hänglibelle des Declinationskreises kann man ganz
mit dem Multiplicationskreise[1] den Declinationskreis ver-
stellen, wodurch die Forderung B befriedigt wird. Um
auch der andern A Genüge zu thun, stellt man den Vernier,
das mit dem Vernier fest verbundene Fernrohr, auf die
bekannte Poldistanz (weil der Polpunct des Kreises be-
ist) des Sterns, am besten des Polarsterns, so wird man
mehrere Minuten vor der Culmination dieses Sterns den-
in Felde des Fernrohrs und zwar, wenn man die vor-
denden Operationen nur mit einiger Sorgfalt ausgeführt
auch schon in der Nähe des Durchschnitts der zwei
Fäden des Fernrohrs erblicken. Wenn man daher,
den bekannten Augenblicke der Culmination des Sterns,
eine leise Verschiebung des einen Endes der Rotations-
des Stern genau in den Durchschnitt jener zwei Fäden
, so wird dadurch das ganze Instrument gehörig aufge-
seyn, d. h. die Rotationsaxe wird in der Ebene des Me-
liegen und mit dem Horizonte die der Polhöhe glei-
Neigung haben, wodurch die Fehler I und II weggebracht
, und wenn man überdiefs auch den Vernier des Stun-
in dem Augenblicke jener beobachteten Culmination
den Anfangspunct der Theilung stellt, so wird auch der
V und sonach alle sechs oben erwähnten Fehler weg-

[1] S. Art. *Multiplicationskreis.*

gebracht seyn, so dafs man, in diesem Zustande des I
ments, das Fernrohr nur auf die Poldistanz und auf den
denwinkel eines gegebenen Sterns für eine gegebene Ze
len darf, um auch sofort schon diesen Stern in dem g
nen Momente nahe in der Mitte des Feldes des Fernroh
erblicken.

Diese Rectification ist so einfach, dafs sie von jede
sitzer eines gröfsern, parallaktisch aufgestellten Fernrohrs
Mühe und mit Sicherheit vorgenommen werden kann.
übrigens für sich klar, dafs jedes gröfsere Fernrohr mit
solchen Aufstellung versehn seyn soll, weil die Vortheile
selben, in Beziehung auf den selbst wissenschaftliche
brauch, so überwiegend sind, dafs man nur schwer e
kann, wie es möglich ist, dafs in unsern Tagen noch s
Fernröhre von grofser Oeffnung und Focallänge verfertig
den, die blofs eine einfache Vertical- und Horizontalbe
des Fernrohrs geben und die eben dadurch den Besit
nes solchen Instruments von einer Menge von Vortheile
Nutzen sowohl als auch zu einem sehr edlen Vergnüge
schliefsen, die allein von einer parallaktischen Aufstellu
währt werden können.

Zu eigentlich wissenschaftlichen Zwecken wird n
durch das vorige mechanische Verfahren noch zurückge
nen kleinen Fehler auf folgende viel genauere Weise b
men und dann von ihnen bei den künftigen Beobach
mit diesem Instrumente Rechnung tragen können.

Fig. 256. Sey P der Nordpol des Aequators und Z das Zenit
so PZ ein Theil des Meridians. Durch diesen Punct P
daher die Rotationsaxe des Instruments gehn, wenn sie
die Sphäre des Himmels verlängert wird. Nehmen wi
da wir diese Axe noch etwas fehlerhaft gestellt voraus
an, dafs sie durch einen andern, dem wahren Puncte P n
Pol Π gehe, so dafs also Π gleichsam den Instrumentspunct am Himmel bezeichnet. Zieht man durch die
Puncte P und Π einen gröfsten Kreis der Sphäre PΠ
wird der Winkel ZPN $= \varphi$ den Stundenwinkel und der
Bogen PΠ die Poldistanz des Instrumentalpolpuncts vors
und diese zwei Gröfsen sind es, die vor allem gesucht
den müssen.

müssen.

diesem Zwecke beobachte man an dem Instrumente Stern S, dessen bekannter Stundenwinkel s und Poldi- heifsen soll. Da das Instrument noch nicht völlig vorausgesetzt wird, so wird man an demselben ei- andern Stundenwinkel σ und eine ebenfalls etwas Poldistanz π ablesen. Man wird daher haben $\Pi S = \pi$, $NPS = s - \varphi$ und auch sehr nahe $= \sigma - \varphi$, so dafs daher das sphärische Dreieck $P\Pi S$

$$\left.\begin{aligned} -\varphi)\ \text{Sin. p} &= \text{Sin.}(\sigma - \varphi)\ \text{Sin.}\,\pi \\ -\varphi)\ \text{Sin. p} &= \text{Cos.}(\sigma - \varphi)\ \text{Sin.}\,\pi\ \text{Cos.}\,\lambda + \text{Cos.}\,\pi\ \text{Sin.}\,\lambda \\ \text{Cos p} &= -\text{Cos.}(\sigma - \varphi)\ \text{Sin.}\,\pi\ \text{Sin.}\,\lambda + \text{Cos.}\,\pi\ \text{Cos.}\,\lambda \end{aligned}\right\}$$

ebenso

$$\left.\begin{aligned} -\varphi)\ \text{Sin.}\,\pi &= \text{Sin.}(s - \varphi)\ \text{Sin. p} \\ -\varphi)\ \text{Sin.}\,\pi &= \text{Cos.}(s - \varphi)\ \text{Sin. p}\ \text{Cos.}\,\lambda - \text{Cos p Sin.}\,\lambda \\ \text{Cos.}\,\pi &= \text{Cos.}(s - \varphi)\ \text{Sin. p Sin.}\,\lambda + \text{Cos p Cos.}\,\lambda \end{aligned}\right\}$$

dem dieser zwei Systeme von Gleichungen findet man unter der Voraussetzung, dafs λ nur ein kleiner Bogen ist,

$$\left.\begin{aligned} +\lambda\,\text{Sin.}(p - s)\,\text{Cotg. p} \\ +\lambda\,\text{Cos.}(\varphi - s) \end{aligned}\right\} \text{ oder } \left.\begin{aligned} s &= \sigma + \lambda\,\text{Sin.}(\varphi - \sigma)\,\text{Cotg.}\,\pi \\ p &= \pi + \lambda\,\text{Cos.}(\varphi - \sigma) \end{aligned}\right\}.$$

diesen vier Gleichungen bezeichnen s und p die durch die Nutation, Aberration und Nutation veränderten oder die so- *scheinbaren* Stundenwinkel und Poldistanzen des beobachteten Sterns. Nennt man also die noch unbekannten der Verniers des Stundenkreises Δs und des Declina- $\Delta\pi$, so hat man

$$\left.\begin{aligned} s &= \sigma + \Delta\sigma + \lambda\ \text{Sin.}(\varphi - s)\ \text{Cotg. p} \\ p &= \pi + \Delta\pi + \lambda\ \text{Cos.}(\varphi - s) \end{aligned}\right\} \ldots (I)$$

ebenso, wenn man die Gröfsen s, σ und p, π für eine Beobachtung desselben Sterns mit einem Striche be-

$$\left.\begin{aligned} s' &= \sigma' + \Delta\sigma + \lambda\,\text{Sin.}(\varphi - s')\ \text{Cotg. p} \\ p' &= \pi' + \Delta\pi + \lambda\,\text{Cos.}(\varphi - s') \end{aligned}\right\} \ldots (II).$$

vier Gleichungen (I) und (II) nur die vier unbekannten φ, λ, $\Delta\sigma$ und $\Delta\pi$ enthalten, so wird man sie auf gewöhnliche Weise durch Elimination bestimmen. Setzt endlich der Kürze wegen

$s - s) - (\sigma' - \sigma)$ und $\Pi = (p' - p) - (\pi' - \pi)$,

erhält man die beiden Gröfsen φ und λ aus den Glei-

Digitized by Google

$$\left.\begin{aligned} \text{Tang.}\,[\varphi - \tfrac{1}{2}(s' + s)] &= -\frac{\Pi'}{\Sigma}.\ \text{Cotg.}\,p \\ \lambda &= \frac{\tfrac{1}{2}\Pi}{\text{Sin.}\,[\varphi - \tfrac{1}{2}(s' + s)].\ \text{Sin.}\,\tfrac{1}{2}(s' - s)} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \text{(II}$$

Kennt man aber so die beiden Gröfsen φ und λ oder d
Fehler, die wir oben unter I und II aufgeführt haben,
det man auch sofort die in V und VI angezeigten Feh
Verniers durch die Gleichungen

$$\Delta\sigma = s - [\text{gelesenes}\ \sigma + \lambda\,\text{Sin.}\,(\varphi - s)\ \text{Cotg}\ p]$$

und

$$\Delta\pi = p - [\text{gelesenes}\ \pi + \lambda\,\text{Cos.}\,(\varphi - s)].$$

Hat man aber diese vier Fehler des Instruments einmal
den, so erhält man auch für jede folgende Beobachtu
wahren Stundenwinkel s und die wahre Poldistanz p
die Gleichungen (I).

Am einfachsten wird man zu diesen Bestimmungen
einen Circumpolarstern in seinen beiden Culminationen
achten. Ist $s = 0$ und $s' = 180°$ der Stundenwinkel de
in der obern und untern Conjunction und ist p die Pol
des Sterns, so gehn die Gleichungen (III) in folgende

$$\text{Tang.}\,\varphi = \frac{15\,(\sigma' - 12^h - 6)}{\pi' - \pi}.\ \text{Tang.}\,p$$

und

$$\lambda = \frac{\pi' - \pi}{2\ \text{Cos.}\ \varphi}.$$

In allem Vorhergehenden sind die etwa noch weiter
chen Fehler des Instruments als minder wichtig oder a
tener vorkommend übergangen worden. Wäre aber, u
zwei dieser Fehler besonders zu erwähnen, μ die Neigu
Declinationskreises gegen die Rotationsaxe und ν die N
der optischen Axe des Fernrohrs gegen den Declinatio
so wird, so lange man blofs bei den ersten Potenzen
Fehler stehn bleibt, der vorhergehende Werth von p i
Gleichungen (I) dadurch gar nicht geändert, während
dem Werthe von s wegen des ersten Fehlers die
μ Cotg. p, und wegen des zweiten Fehlers, wie bei den
ridiankreise, die Gröfse $\frac{\nu}{\text{Sin. p}}$ hinzusetzen wird, so da
her die so vervollständigten Gleichungen (I) die folgend
stalt annehmen:

Digitized by Google

$$\left.\begin{array}{l} +\Delta\sigma+\lambda\,\mathrm{Sin.}(\varphi-s)\,\mathrm{Cotg.\,p}+\mu\,\mathrm{Cotg.\,p}+\dfrac{\nu}{\mathrm{Sin.\,p}} \\ +\Delta\pi+\lambda\,\mathrm{Cos.}(\varphi-s)\,. \end{array}\right\}\ldots(\mathrm{IV}).$$

Gröfse ν läfst sich auch isolirt durch Beobachtung eines Aequator sehr nahen Sterns bestimmen. Für ein solches m hat man nämlich

$$s=\sigma+\Delta\sigma+\nu\,\mathrm{Cosec.\,p},$$

wenn man den Stern immer in der Nähe des Meridians, mit umgewendetem Declinationskreise beobachtet,

$$s'=\sigma'+\Delta\sigma-\nu\,\mathrm{Cosec.\,p}.$$

ber t und t' die Sternzeit einer jeden dieser beiden Beobngen, so ist $s'-s=t'-t$ und daher

$$\nu=\frac{(t-\sigma)-(t'-\sigma')}{2}\,\mathrm{Sin.\,p}.$$

ebenso die Gröfse μ für sich zu bestimmen, giebt die der Gleichungen (IV), wenn man denselben Stern in auf einander folgenden Beobachtungen mit verkehrtem nationskreise durchgehn läfst,

$$\sigma+\Delta\sigma+\lambda\,\mathrm{Cotg.\,p\,Sin.}(\varphi-s)+\mu\,\mathrm{Cotg.\,p}+\nu\,\mathrm{Cosec.\,p}$$

$$=\sigma'+\Delta\sigma+\lambda\,\mathrm{Cotg.\,p\,Sin.}(\varphi-s)-\mu\,\mathrm{Cotg.\,p}-\nu\,\mathrm{Cosec.\,p}.$$

us erhält man, wenn wieder t und t' die Uhrzeiten der n Beobachtungen sind, die Gröfse

$$\mu\,\mathrm{Cotg.\,p}+\nu\,\mathrm{Cosec.\,p}=\tfrac{1}{2}(t-t')-\tfrac{1}{2}(\sigma-\sigma'),$$

uch, da man den Werth von ν bereits aus dem Vorhenden kennt, die Gröfse μ. Man sieht, dafs man zu Bestimmungen am vortheilhaftesten einen dem Pole naern nehmen wird.

kennt man aber auf diese Weise die Gröfsen μ und ν, so man dann auch die Werthe von φ und λ auf folgende Art bestimmen können. Setzt man nämlich der Kürze we- $=\mu\,\mathrm{Cotg.\,p}+\nu\,\mathrm{Cosec.\,p}$ und für eine zweite Beung desselben Sterns, ohne Wendung des Declinations-, $n'=\mu\,\mathrm{Cotg.\,p'}+\nu\,\mathrm{Cosec.\,p'}$, so hat man, wie in den ungen (III),

$$\mathrm{Tang.}\,[\varphi-\tfrac{1}{2}(s'-s)]=-\frac{\Pi}{\Sigma}\,\mathrm{Cotg.\,p}$$

$$\lambda=\frac{\tfrac{1}{2}\Pi}{\mathrm{Sin.}\,[\varphi-\tfrac{1}{2}(s'+s)]\,\mathrm{Sin.}\,\tfrac{1}{2}(s'-s)},$$

Digitized by Google

wo $\Sigma = (s' - s) - (\sigma' - \sigma) - (n' - n)$

und

$$\Pi = (p' - p) - (\pi' - \pi) \text{ ist}$$

und wo man in den meisten Fällen ohne Nachtheil p
also auch $n = n'$ setzen wird.

Wenn man das Vorhergehende gehörig berücksich
wird man im Stande seyn, mit dem Aequatoreal die S
winkel und die Declinationen der Gestirne mit derjeni
cherheit zu beobachten, welche den Bedürfnissen der
Astronomie angemessen ist, wenigstens mit denjenigen
menten dieser Art, die Reichenbach mit so grofser V
menheit verfertigt hat. Allein immer wird es für den
schen Astronomen beschwerlich seyn, die vorhergehend
meln so oft zu berücksichtigen, da man sich auf die
digkeit der Fehler bei einem Instrumente nicht verlasse
das seiner Natur nach so verschiedene Lagen gegen d
rizont annehmen mufs, wo dann die Bewegung und
der einzelnen Theile desselben immer wieder neue Fe
zeugen kann.

Will man sich aber während der Beobachtungen v
sen Fehlern unabhängig machen und das Instrument
sogenannte *Differentialbeobachtungen* beschränken, wo
seiner Lage nach zu bestimmende Gestirn mit einem
bekannten Fixsterne in dem Felde des *unbewegten* Fe
verglichen wird, so würde dazu eine minder kostbare
lung des Fernrohrs auch schon hinreichen, indem dazu
anderes, als eine unverrückte Lage des Fernrohrs wähn
beiden Beobachtungen erfordert wird.

Beiden Uebelständen zu begegnen hat man de
der sogenannten *Differentialbeobachtungen* versucht, w
diejenigen Vergleichungen zweier Gestirne nennen kan
um mehrere Grade in Rectascension oder Declination v
ander entfernt sind. Nach mehrern Versuchen wurde
des Verfahren sehr anwendbar gefunden.

Man stellt das Fernrohr auf eines der beiden Gest
dafs dasselbe im Durchschnitte der beiden Mittelfäden
ben erscheint, und bemerkt die Zeit der Beobachtung
als auch den Grad des Declinationskreises, auf welch
Fernrohr gestellt ist. Dann löst man das Fernrohr, w
der Stundenkreis des Instruments geschlossen bleibt, und

Digitized by Google

Fadendurchschnitt desselben auf das zweite Gestirn zu der
, wo dasselbe durch den Declinationskreis des ersten Ge-
s geht, wo dann wieder der Grad des Declinationskreises
der Augenblick dieser zweiten Beobachtung an der Uhr
ist wird. Diese zwei Zeiten und die zwei gelesenen De-
nen der beiden Gestirne reichen hin, die Rectascension
Declination des einen derselben zu finden, wenn das an-
bekannt ist, selbst dann, wenn die Declinationsunter-
der beiden Gestirne drei und mehr Grade betragen,
an kann diese Bestimmung, wie bereits vielfältige Er-
gen mit diesem Instrumente gezeigt haben, auch dann
mit völliger Sicherheit vornehmen, wenn auch die oben
Fehler des Instruments gänzlich unberücksichtigt
. Es wird dabei blofs vorausgesetzt, dafs man diese
durch die oben bereits angegebenen mechanischen Mit-
klein genug gemacht habe, dafs die Differenz die-
ler in den beiden Beobachtungen, und mehr als diese
braucht man nicht, keinen merkbaren Einfluss auf
Resultate der Beobachtung mehr äufsern kann. Dafs aber
Differenzen der Refractionen bei geringern Höhen der Ster-
bei sehr grofsen Declinationsdifferenzen derselben be-
sichtigt werden müssen, ist für sich klar.

Die Annalen der Wiener Sternwarte enthalten in ihrem
. XIV. Bande eine beträchtliche Anzahl solcher Beobach-
, welche die Anwendbarkeit dieses Verfahrens sehr gut
gen und zugleich die ungemeine Bequemlichkeit dersel-
beweisen, da die Beobachtungen, um die es sich hier han-
in wenigen Minuten geendet und zu jeder günstigen
vorgenommen werden können, ohne erst die Culminatio-
der Gestirne abzuwarten, und da die Berechnungen die-
Beobachtungen so ungemein einfach sind, dafs sie selbst
des Kreismikrometers an Bequemlichkeit noch hinter sich
lassen, indem sie eigentlich blofs in zwei Subtractio-
bestehn. Das früher bei unverrücktem Fernrohre so oft
kommende Hindernifs, einen wohlbestimmten Stern in so
der Nähe bei den zu beobachtendem Gestirnen, z. B. bei
Kometen, zu finden, fällt hier ganz weg, da man bei der
Vollzähligkeit unserer gegenwärtigen Sternkataloge nie um
einen wohlbestimmten Fixstern in Verlegenheit seyn kann,
wenn man ihn in einer bis drei und mehr Grade gröfsern oder

Digitized by Google

kleinern Declination nehmen darf, der Differenz der Recta sionen nicht zu gedenken, die eigentlich, da der Stu kreis während der Beobachtungen immer geschlossen b ganz willkürlich ist. Auf diese Weise sind diese Diffe Beobachtungen den frühern Differential-Beobachtungen m verrücktem Rohre, aber mit dem sehr wesentlichen Unter de zu vergleichen, dafs hier gleichsam ein Fernrohr von maliger Vergröfserung und von einem Felde, das meh sechs Grade im Durchmesser hat, angewendet wird, un Fernrohr dieser Art wird wohl noch manche Jahrhun wenn nicht immer, zu den frommen Wünschen gehören scheint uns wünschenswerth, dafs ein so kostbares un so hoher mechanischer Vollendung gebautes Instrument nun schon die Zierde der meisten gut eingerichteten S warten ist, durch dieses oder ein ähnliches, für die Aus sich empfehlendes Verfahren zu den fruchtbaren und t thätigen Instrumenten eines Observatoriums gezählt w könnte, da es bisher gröfstentheils nur bei einigen se Beobachtungen angewendet zu werden pflegte.

L.

Metalle.

Metalla; Métaux; *Metals.* Man theilt die bü unzerlegten Stoffe in nicht metallische und in metalli letztere, die einfachen Metalle, sind ausgezeichnet durch durchsichtigkeit und dadurch bewirkten eigenthümlichen G den *Metallglanz*, und durch grofse Leitungsfähigkeit für E tricität und Wärme. Das früher als Unterscheidungsmer angegebene gröfsere specifische Gewicht fällt seit der Ent ckung des Kaliums und anderer leichter Metalle hinweg. berhaupt läfst sich eine Grenze zwischen Metallen und N metallen nicht wohl scharf ziehn, daher manche Elemente, Selen, Jod, Zirconium, Silicium u. s. w., bald zu diesen, zu jenen gezählt werden. Man kann die Metalle nach ih verschiedenen specifischen Gewichte eintheilen in leichte ter 5,000 spec. Gew.) und in schwere (über 5,000); nach rem Verhalten unter dem Hammer in spröde (*Halbmet* und in ductile (vollkommene Metalle); nach ihrer Affinität gen den Sauerstoff in solche, deren Oxyde durch bl

…n für sich in Metall und Sauerstoffgas zerfallen (*edle* …, für sich reducible Metalle), und in solche, die den …stoff nur beim Glühen mit Kohle oder einer andern brenn… Materie vollständig verlieren (*unedle* Metalle, nicht für …ducible Metalle).

…ach diesen Verhältnissen lassen sich die Metalle folgen… …en abtheilen:

…eichte Metalle.

…) Solche, die mit Sauerstoff ein Alkali bilden (Alkalime…talle): Kalium, Natrium, Lithium, Baryum, Strontium, Calcium.

…) Solche, die mit Sauerstoff eine Erde bilden (Erdme…talle): Magnium, Cerium, Yttrium, Glycium, Alumium, Thorium, Zirconium, Silicium.

…chwere Metalle.

…) Unedle. A. Spröde, a) strengflüssige: Titan, Tantal, Scheel, Molybdän, Vanad, Chrom, Uran, Mangan; b) leicht schmelz- und verdampfbare: Arsenik, Antimon, Tellur, Wismuth. B. Ductile: Zink, Kadmium, Zinn, Blei, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer.

…) Edle: Quecksilber, Silber, Gold, Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium.

G.

Metallbaum.

Vegetatio Metallica; Arbre métallique; *Metal… tree.*

Wenn ein elektronegativeres Metall aus der Auflösung sei… Oxyds in Säure durch ein elektropositiveres gefällt wird …ich auf dem noch ungelöst gebliebenen Theile desselben …setzt, so entsteht eine einfache galvanische Kette, bei …cher das reducirende Metall, als positiver Pol, Sauerstoff …r Säure aufnimmt, während der bereits reducirte Theil des …negativen Metalls als negativer Pol den Ablagerungs…ort für das sich ferner abscheidende negative Metall ab…gibt, welches sich häufig krystallinisch, in sich immer wei… verzweigenden Blättchen und Nadeln, selbst in sehr gro… Entfernung von dem reducirenden Metalle absetzt und

Digitized by Google

so einen Metallbaum bildet. So erhält man den Zinn
Arbor Jovis, und den Bleibaum, *Arbor Saturni*, wenn
in die wässerige Lösung des salzsauren Zinnoxyduls und
salpetersauren oder essigsauren Bleioxyds eine Zinkstange h
aus einer verdünnten salpetersauren Silberlösung, auf
Glasplatte vertheilt, fällt Kupfer dendritisches Silber; de
gentlichen Silberbaum, *Arbor Dianae*, erhält man jedoch
Fällung der Silberlösung mit Quecksilber, wobei das ni
fallende Silber nicht für sich krystallisirt, sondern in Ve
dung mit einem Theile des unaufgelöst gebliebenen Que
bers als Amalgam. In allen diesen Fällen befördert etwas
Säure die Bildung des Metallbaums.

G.

Metalloide.

Unter diesem Namen versteht man bald die Metalle
Alkalien und Erden, weil sie den übrigen Metallen ähn
aber durch geringeres specifisches Gewicht davon unterschi
sind, bald mit Berzelius die nicht metallischen Elem
und diese sind

1) gasförmig: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff,
Fluor;
2) tropfbar flüssig: Brom;
3) fest: Kohlenstoff, Boron, Phosphor, Schwefel,
und Iod.

G.

Metallurgie.

Hüttenkunde; *Metallurgia;* Metallurgie;
tallurgy. Die Lehre von der Abscheidung und Gewin
der schweren Metalle aus den Verbindungen und Gemeng
in welchen sie die Natur zu liefern pflegt, im Grofsen.

G.

Digitized by Google

Meteorologie.

Witterungslehre, Witterungskunde, teoromanthie, Atmosphärologie; *Meteo-gia*; Meteorologie; *Meteorology*.

Der Wortbedeutung nach ist Meteorologie die Lehre von Meteoren (von *μετέωρος* erhaben, in der Luft schwebend; *τὰ μετέωρα* die überirdischen Dinge, Lufterscheinun-. Hiernach wäre unter andern namentlich auch die Tem- hiervon ausgeschlossen, man berücksichtigt diese aber ch vorzugsweise, weil sie mit vielen Meteoren im in- Zusammenhange steht. Die Ausdrücke *Witterungs-* und *Witterungskunde* bezeichnen dem Sprachgebrauche nämlich das Nämliche, obgleich sie sich zunächst nur den Gang der Witterung, namentlich der feuchten oder en, der warmen oder kalten, beziehn. *Meteoromanthie* *μετέωρα* und *μανθάνω* ich erforsche, erlerne), nach der Bedeutung so viel als Kenntnifs der Lufterscheinungen, ten gebraucht. Für den Gebrauch genügt das gang- Wort *Meteorologie* vollständig und wir bedürfen ne- ein anderes, da seine Abstammung aus dem Grie- chen hiergegen nicht entscheidet und es in einigen Zu- sammensetzungen, z. B. meteorologische Werkzeuge, Hydro- e, Meteorsteine u. s. w., theils geschmeidiger ist, als sonst sehr pafsliche deutsche Wort *Witterungskunde*, durch letzteres gar nicht ersetzt werden kann, abge- et dafs alle die Ausdrücke *Meteor*, *Meteorologie*, *me- ch*, *meteorologisch* von einem einzigen Stammworte aus- , statt dafs neben der deutschen Bezeichnung Witterung eine zweite, nämlich Lufterscheinung, unentbehrlich ist. Ausdruck *Atmosphärologie* ist zwar von einigen Gelehrten, mentlich von LAMPADIUS, statt Meteorologie gewählt worden, kann auch diesem insofern gleich gesetzt werden, als alle e sich in der Atmosphäre befinden, der Wortbedeutung nach bezeichnet es jedoch nur die Untersuchung dieser At- äre an sich, nicht aber der darin sich zeigenden Me- . Der Ausdruck Meteorologie behält also vor allen andern n Vorzug.

Digitized by Google

Die Gegenstände, deren Untersuchung der Meteorol anheimfällt, sind zunächst die *Meteore* oder *Lufterscheinun* Man theilt sie in verschiedene Classen ab, namentlich in *tige*, wozu die Winde gehören, in *wässerige* oder Hydro teore, wozu die Verdunstung, Thau, Reif, Nebel, Wol Regen, Glatteis, Hagel und Wasserhosen gerechnet wer in *feurige* oder *elektrische* und auch wohl *phosphori* wozu Blitz, Donner, Wetterleuchten, Nordlicht, Zodia oder Thierkreislicht, Feuerkugeln, Sternschnuppen und lichter gezählt werden, und endlich in *glänzende* oder *sche*, worunter man Regenbogen, Höfe, Nebensonnen Nebenmonde versteht. Daneben erstrecken sich die mete logischen Untersuchungen noch auf zwei Hauptaufgaben, nicht zur Classe der eigentlich sogenannten Meteore geh aber mit ihnen im innigsten Zusammenhange stehn, näm auf den wechselnden Luftdruck und die hierdurch bedin Barometerschwankungen und auf den Gang der Wärme, durch die klimatischen Verhältnisse der verschiedenen hauptsächlich bedingt werden.

Hiernach sind also die Grenzen, bis wohin das Ge der meteorologischen Untersuchungen sich erstreckt, besti angegeben; sie reichen nicht über das Gebiet unserer mosphäre hinaus, und obgleich Sternschnuppen nebst Fe kugeln sich in gröfsern Höhen zeigen, auch das Nord nach einigen, wiewohl nicht zuverlässigen Beobachtungen in lserer Entfernung von der Erdoberfläche gesehn worden seyn als wohin unsere Atmosphäre reicht, so kommen diese unbestreitbar innerhalb unsers Luftkreises und selbst nahe der Erde zum Vorschein. Wenn daher einige Gelehrte Untersuchung über die Himmelskörper und über einen prob matischen Aether im Weltraume mit in den Bereich der teorologie ziehn, so laufen sie Gefahr, aus einem an wohl gründeten Thatsachen überreichen Gebiete der Wissensch sich in einen endlosen dunkeln Raum zu verirren, wo ungeregelte Phantasie nach Traumbildern zu haschen ver lafst wird. Selbst die Erscheinung des tellurischen Magne mus, die Beobachtungen der Variationen und Intensitäten Magnetnadel, bilden nach meiner Ansicht einen besond nicht eigentlich zur Meteorologie gehörigen Zweig, welc füglicher den Untersuchungen über den Magnetismus im A

einen anheimfällt, obgleich im höchsten Grade wahrschein- ist, dafs wir die Erde als einen Thermomagnet zu be- ten haben, wonach also die magnetischen Erscheinungen der Temperatur im unmittelbaren Zusammenhange stehn den.

Obgleich jeder Gelehrte, welcher die Bearbeitung der Me- logie als eines speciellen Zweiges der physikalischen Wis- haften unternimmt, das unbestreitbare Recht nicht ver- wird, hierzu einen ihm selbst am meisten zusagenden zu entwerfen, so scheint es mir doch der Tendenz un- Werkes angemessen, einen solchen vorzuzeichnen, wel- die bessern Schriftsteller zum Theil bereits gewählt ha- und auch künftig wählen werden. Zu einer vollständigen logie scheint mir zu gehören:

I. Eine geschichtliche Uebersicht desjenigen, was bisher diesem Gebiete versucht und geleistet worden ist.

II. Die Untersuchung der meteorologischen Werkzeuge, den Mitteln zur Prüfung ihrer Genauigkeit und zur Cor- ihrer etwaigen constanten Fehler. Hiermit läfst sich eine Anleitung verbinden, wie die Angaben dieser Werk- aufgezeichnet und übersichtlich zusammengestellt werden also über Witterungsbeobachtungen und meteorologi- Tabellen.

III. Die Betrachtung der einzelnen Meteore, mit Beibe- der oben genannten Abtheilung derselben, insofern diese nothwendig scheint. Hierbei mufs dann zugleich von der sphäre unserer Erde als dem Sitze der Lufterscheinun- gehandelt und darf dabei die Temperatur, sowohl die der Erdoberfläche und der Luft an dieser Grenze und gröfsern Höhen, als auch die Untersuchung der tägli- und jährlichen Veränderungen derselben, nicht übersehn werden.

IV. Endlich ist hiermit noch eine Uebersicht des allge- Ganges und Verhaltens der Witterung und die schwie- Betrachtung zu verbinden, ob und inwieweit ein Cau- sammenhang in die einzelnen Erscheinungen zu bringen und inwiefern daher eine Vorausbestimmung des Laufes Witterung im Bereiche der Möglichkeit liegt.

Nach der Anlage unsers Werkes werden alle wichtigeren physikalischen Gegenstände in eigenen Artikeln alphabetisch

Digitized by Google

abgehandelt, und diesemnach kommen die unter No. II. III. gehörigen einzeln vor, so dafs also hier nur eine nä Betrachtung der ersten und letzten Abtheilung statt haben kö Zur Bequemlichkeit der Uebersicht wird es jedoch zweck fsig seyn, alle zur Meteorologie gehörige Gegenstände n haft zu machen. Hierzu kommt jedoch aufserdem der w tige Umstand, dafs verschiedene der hierher gehörigen Ar bereits vor mehrern Jahren abgehandelt, seitdem aber beden erweitert worden sind, und es bietet sich daher hier die sch lichste Gelegenheit dar, das etwa Uebersehene und das s Hinzugekommene jetzt nachzuholen und zugleich das Ma haft e zu verbessern, um dadurch unser Werk der wünsch werthen und billig zu erwartenden Vollständigkeit mögl nahe zu bringen.

I. Geschichtliche Uebersicht dessen, w bisher in der Meteorologie geleis und der Art, wie sie behandelt wur

1) Was die alten Griechen und Römer für die Mete logie thaten, beschränkt sich auf Beobachtungen, die aller nicht ohne Werth sind, wie sich bei ihrem scharfen Vers und ihrer gespannten Aufmerksamkeit auf alles Vorkomm nicht anders erwarten läfst. Inzwischen können diese weiter reichen, als bis zu demjenigen, was ohne meteorol sche Werkzeuge möglich ist, an denen es ihnen gänzlich gelte. Diesemnach fallen alle Messungen bei ihnen von s weg, sie konnten zu keiner genügenden Theorie gelangen ihre Erklärungen, so sehr sie übrigens von Scharfsinn zei können gegenwärtig nicht mehr befriedigen. Bei weitem meisten hat Aristoteles in seinen, diesem Gegenstande widmeten, vier Büchern[1] und sonst an verschiedenen Ste seiner Schriften geleistet, so dafs er bis auf die spätesten Z ten herab als Autorität galt. Ihm folgte sein Schüler Th rhrastus, von dessen Schriften über die Meteorologie jed

1 Diese 4 Bücher *Meteorologica* des Aristoteles hat Idele einer vollständigen kritischen und exegetischen Ausgabe herauszuge versprochen.

ts auf die Nachwelt gekommen ist. Die Leistungen der
ern Griechen sind unbedeutend und ihre Ansichten finden
meistens als einzelne Fragmente bei den Commentatoren
Aristoteles. Unter den Lateinern verdient Lucretius
es[1] genannt zu werden, am reichhaltigsten sind die Werke
ältern Plinius[2], worin man wohl kaum irgend ein me-
rologisches Phänomen vergebens sucht, jedoch ist alles blo-
Compilation und das meiste auf blofse Sagen, ohne alle
ik, mitgetheilt. Von weit mehr Geist und eigener Beur-
lung zeugt dasjenige, was uns von L. A. Seneca[3] über-
ert worden ist. Wem daran liegt, die Meinungen der alten
echen und Römer über die Meteore, sowohl insofern sie
selben beobachteten, als auch sie zu erklären versuchten,
ständig und genau kennen zu lernen, der findet genügende
riedigung in der kritischen Bearbeitung dieses Gegenstandes
ch Ideler[4]. Vieles, was die Alten über die meteorologi-
n Phänomene aus der Erfahrung entnommen hatten, ist
ht sowohl in den genannten, für diese Untersuchungen ei-
flicher bestimmten Schriften enthalten, als es vielmehr in
ern, namentlich die über den Feldbau handeln, zerstreut
d nur beiläufig erwähnt angetroffen wird. Vorzüglich sind
dieser Hinsicht Virgil[5] und Columella[6] zu nennen und
entlich enthalten die Bücher des Erstern über die Land-
hschaft aufser manchen andern lehrreichen Bemerkungen
chiedene richtige und daneben geistreich vorgetragene Wit-
ngsregeln.

2) Im Mittelalter, als alle Wissenschaften in undurch-
glicher Finsternifs begraben lagen, darf man meteorologi-
Forschungen um so weniger erwarten, als das Object
lben wegen der Alltäglichkeit der dazu gehörigen Phäno-
e das Auffallende und den Reiz der Neuheit verlor. Die
ähnlichen Erscheinungen konnten daher nicht füglich Ge-

---

1 *De rerum natura*, ed. adnot. adj. Forbiger. Lips. 1828.
2 *Historia naturalis.*
3 *Naturales Quaestiones.*
4 *Meteorologia veterum Graecorum et Romanorum.* Prolego-
a in novam meteorologicorum Aristotelis editionem adornandam.
posit J. L. Ideler. Berol. 1832. 8.
5 *Georgica* mit Anm. von J. H. Voss. Eutin 1789. 8.
6 *De re rustica.*

Digitized by Google

genstände der nähern Beachtung werden, die ungewöhn
und auffallenden dagegen wurden vom Einflusse der G
abgeleitet. Die Meteorologie machte einen Theil der A
gie aus, es gab eine eigene *Astrologia meteorologica*
selbst die Vorausbestimmung der Witterung ging scho
in die Calender über, worin sie den einmal errungene
sitz bis auf die neuesten Zeiten sich erhalten hat[1].
PHRASTUS PARACELSUS (starb 1541) schrieb zwar ein e
Buch über die Meteore[2], allein man kann leicht auf den
des ganzen Inhalts schliefsen, wenn man berücksichtigt,
er die Nebensonnen für ein messingnes Fabricat der L
ster und die Sternschnuppen für Excremente der Gestir
der Verdauung ihrer astralischen Speisen erklärt.

3) Erst mit FRANCIS BACON von Verulam (geb.
gest. 1626) und RÉNÉ DESCARTES (geb. 1596, gest. 165
standen die Erfahrungswissenschaften nach 1500 Jahre
Neue, die Erfindung des Barometers gab den Untersuch
über die Atmosphäre eine sichere Grundlage, noch meh
wurde die Aufmerksamkeit der Beobachter durch die A
dung dieses Werkzeuges zur Voraussagung der Witteru
reizt; man machte Thermometer zum Messen der Te
tur und die sich verbreitenden Berichte der Reisenden
lafsten die Beachtung der klimatischen Unterschiede de
schiedenen Länder. Im Ganzen waren jedoch die Forts
gering, eine Folge davon, dafs man früher zu erklären
als durch hinreichende Erfahrungen ein genügender Gru
legt war. Die Leistungen des CARTESIUS[3] sind daher
unbedeutend, dem Eifer der Accademia del Cimento f
noch die erforderlichen Apparate, und so dauerte die
lende Mangelhaftigkeit fort bis zum 18. Jahrhunderte,
zahlreichen Thatsachen, die der fleifsige PETER VAN
SCHENBROEK aus eigenen und fremden Beobachtungen z
menstellte, für lange Zeit einen Anhaltpunct der künftigen
schungen abgaben.

---

1 Beispiele solcher astrologischen Witterungsregeln giebt
in: Natürliche Magie; Berl. u. Stett. 1783 aus einem noch 1733
lin erschienenen Haus- und Reisecalender.

2 *De meteoris.* Deutsch. Strafsb. 1616. fol.

3 *Meteora.* In Opp. phil. Amst. 1685. 4. p. 153 ff.

4) Eine ausführliche Geschichte der Fortschritte zu geben, die die Meteorologie von dieser Zeit an machte, ist um weniger nöthig, als eine für unsern Zweck genügende Uebersicht des Geschichtlichen mit den einzelnen Artikeln verbunden zu werden pflegt, und es wird daher hinreichen, den Gang der Forschungen im Gebiete der Meteorologie nur im Allgemeinen zu bezeichnen[1]. Ein bedeutendes Hülfsmittel erhielt diese Wissenschaft dadurch, dafs die Thermometer eine feste Scale erhielten, die ihre Sprache verständlich machte, fast noch wichtiger war die durch Winkler und Frank erhaltene Gewifsheit, dafs das Gewitter in der Hauptsache nichts anderes, als eine elektrische Erscheinung sey. Noch die gröfste Schwierigkeit, welche alle Bemühungen bisher machte, war die mangelhafte und falsche Vorstellung, die man sich von der Natur des Wasserdampfes machte, als ein durchaus nicht zu enträthselndes Problem seyn soll, wie noch Lichtenberg[2] dieses ausdrückte, dafs zuweilen plötzlich und ohne aufzufindende bedingende Ursache hunderttausende von Centnern Wasser aus der kurz zuvor heitern und fast augenblicklich verdunkelten Atmosphäre auf wenige Quadratmeilen herabstürzen. Nach Stahl[3] liegen allen meteorologischen Processen vorzugsweise chemische Ursachen zum Grunde, eine Ansicht, welcher Le Roi[4] noch mehr. Sehr scharfsinnige Ideen und einen reichen Schatz von Erfahrungen theilte de Saussure[5] mit, und diese haben gewifs noch reichere Früchte getragen haben, wäre sie weniger durch Gründlichkeit und Tiefe der Forschung, vielmehr durch die überschwengliche Fülle seiner Worte gefährlicher Gegner, der allbekannte und immerhin verehrte de Luc, gegen ihn aufgetreten, welcher sich zwar anfänglich mehr an die Erfahrung hielt[6], nachher aber in ein trügerisches, von ihm selbst nicht einmal verstan-

---

[1] Vergl. Richard Hist. nat. de l'air et des météores, à Par. 1770. 12. Deutsch. Frankf. 1773. 8.

[2] Dessen Vertheidigung des Hygrometers. Gött. 1800.

[3] Einleitung zur Witterungsdeutung. Halle 1816. 8.

[4] Mém. de l'Acad. de Par. 1751. p. 481.

[5] Essays sur l'hygrometrie. Neufch. 1783. 8. Vergl. Voyages dans les Alpes.

[6] Modifications de l'Atmosphère. Gen. 1772. IV T. 8.

Digitized by Google

der tropischen Gegenden und der Wechsel der Jahre unter höhern Breiten. Insofern diese Periodicität im der Sache gegründet ist, verdient sie um ihrer selbst genauer gekannt zu werden, und ebenso wichtig ist die Erlangung einer nähern Einsicht in das Wesen der m logischen Erscheinungen überhaupt. Zu diesem End unumgänglich erfordert, nicht blofs etwa ein Jahr h täglich den Gang der Witterung aufzuzeichnen, sonde die Führung solcher Register eine möglichst lange Reihe v ren fortzusetzen. Denn es kehren zwar die periodischen und die Jahreszeiten schon nach Verlauf eines einzigen im Allgemeinen wieder, aber nicht allemal genau zu de Zeit; aufserdem sind bald die Regenmengen gröfser, bal die Wärme und dann wieder die Kälte eine gröfsere tät; zuweilen sind Gewitter und heftige Stürme vorherr ja es giebt Jahre, in denen ganz ungewöhnliche Ersch gen, wie der Höhrauch im Jahre 1783, die Aufmerk des Beobachters in Anspruch nehmen. Verfolgt der M log diese Aufgabe weiter, so stöfst er mitunter auf s Ergebnisse, indem es sich unter andern gefunden hat, einigen Orten die jährlichen Regenmengen eine lange von Jahren hindurch regelmäfsig abnahmen und dann der zum frühern Mittel wieder zurückkehrten, oder sog gekehrt regelmäfsig zunahmen[1]. Soll über Probleme die entschieden werden, ob das Klima einer gewissen Gege verändert bleibe, oder ob sich, namentlich in Beziehu Temperatur und Feuchtigkeit, wo nicht allgemein, d einzelne Strecken, eine allmälige Veränderung, wenn au in sehr langen Perioden, zeige, so sind meteorologische ster oder Tagebücher ein unentbehrliches Erfordernifs. unnöthig, zur Unterstützung dieser Behauptung Auto beizubringen, sonst könnte man sich nur auf Tob. M berufen, welcher die Resultate anhaltender Beobachtunge Interpolation seiner Formel für die mittlere Wärme unte schiedenen Breiten zu benutzen vorschlug, und auf Lamb welcher nur auf solche Register genaue Witterungsregeln

1 Vergl. *Regen*. Bd. VII. S. 1303.
2 Opp. ined. Gott. 1775. 4. N. I.
3 Nouv. mém. de Berlin. 1771. p. 60.

können glaubt. Auch in den neuesten Zeiten konnten jedene interessante Probleme, z. B. über den Zusam- der Winde und der Regenmengen nach L. v. Buch, in ungleiche Jahreszeiten fallenden gröfsten Regen- der verschiedenen Gegenden nach Gasparin, insbe- aber die sehr wichtige Frage über den Einfluss des auf das Barometer nach La Place und Bouvard, neuen und Schübler nur durch vorhandene vieljäh- obachtungslisten beantwortet werden.

Auf welche Weise das Aufzeichnen der Witterung ge- mufs, oder wie die Witterungstabellen einzurichten darüber lassen sich nicht wohl bestimmte Regeln ange- theils ist die Aufgabe ausnehmend leicht, sofern je- irgend eine ihm anderweitig durch Uebung gewohnte wählen kann, anderntheils darf dabei viel Willkür herr- denn unter der Voraussetzung, dafs die gebrauchten ge richtig sind und der Beobachter ihre Sprache ver- die richtige Data aufzeichnet, was sich von selbst ver- ist es im Ganzen von untergeordneter Wichtigkeit, ob Aufzeichnung täglich einmal oder etlichemal und an wel- Stunden sie geschieht (welche letztere jedoch regelmäfsig halten werden müssen), ob in Form von Tabellen mit den Abkürzungen oder auf irgend eine sonst beliebige aufgezeichnet wird, indem hierüber ohnehin meistens tätig bedingende Umstände, namentlich Gewohnheit, lichkeit und die zwischen andern Beschäftigungen ge- zu wählende Zeit, zu entscheiden pflegen. Inzwischen allmälig eine gewisse Regel gebildet, die als sach- und bequem ziemlich allgemein befolgt wird. Hier- schreibt man tabellarisch neben einander den Stand des ers und des an ihm befindlichen Thermometers im des Hygrometers oder Psychrometers, die Richtung ob wohl die Stärke des Windes und die Beschaffenheit mels. Für die letztere wählt man meistens blofse indem 0 ganz heitern Himmel und 1, 2, 3, 4 die nen des wolkigen oder bedeckten Himmels bezeich- e meteorischen Erscheinungen, Regen, Schnee, Reif, s. w. werden durch die zugehörigen Anfangsbuch- angedeutet, wobei sich von selbst versteht, dafs eine Tabelle noch aufserdem einigen Raum zur Aufzeich-

Digitized by Google

nung der Regenmengen und ungewöhnlichen Erscheinungen als der Nordlichter, des Höhrauches, heftiger Stürme u. s. w. haben mufs. Die Zeit, welche man zum Aufzeichnen wählt, ist am besten Morgens und Abends um 9 Uhr und Mittags etwa um 2 Uhr, weil in diese letztere das Maximum der Temperatur zu fallen pflegt. Ist man in diesen, allerdings zweckmäfsigsten Stunden verhindert, so können auch andere, z. B. 6 oder 8 Uhr Morgens und 10 Uhr Abends gewählt werden; auch genügt es täglich nur zweimal oder selbst nur einmal aufzuzeichnen, obgleich die für irgend einen Ort zu erwartenden Resultate über den Gang der Witterung daselbst um so viel schärfer werden, je öfter täglich aufgezeichnet wird, als für gewisse Probleme selbst eine stündliche Aufzeichnung erforderlich ist.

9) Solcher Witterungsverzeichnisse haben wir verschiedene schon aus frühern Zeiten und gegenwärtig ist ihre Zahl ausnehmend grofs. Zu den ältern und wegen ihres großen Zeitumfanges sehr schätzbaren gehören die auf der Sternwarte zu Paris seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts mehr oder minder vollständig geführten Register, die des Pater Cotte und diejenigen, die wir dem anhaltenden Fleifse Gatterers zu Berlin verdanken. Zu Kopenhagen hat Horrebow angefangen, meteorologische Register zu führen, und einen Theil seiner Tabellen bekannt gemacht[1]. Schätzbar sind ferner die Beobachtungen Toaldo's und die Aufzeichnungen, welche Gatterer mit einer für die damalige Zeit seltenen Genauigkeit viele Jahre hindurch zu Göttingen gewonnen und fortgesetzt hat. Unter die vollständigsten aus diesem Jahrhundert gehören ferner die Carlsruher Tabellen von Borda und Wucherer, die des Canonicus Stark zu Augsburg, hauptsächlich aber die Strafsburger durch Herrenschneider mit aufserordentlicher Sorgfalt geführten, und so liefse sich noch viele andere namhaft machen, wenn es der Mühe wert wäre, sie hier schon zu nennen, da ohnehin mehrere derselben bei der Aufsuchung der für einzelne Meteore geltenden Gesetze erwähnt werden. In einigen Ländern herrscht die Sitte, die klimatischen Verhältnisse gewisser Distrikte

1 Tractatus historico-meteorl. continens obs. XXVI annorum in observatorio Havniensi factas. Havn. 1780. 4.

Digitized by Google

lich oder hauptsächlich zum Behuf der Landwirthschaft
rch auszumitteln, dafs meteorologische Werkzeuge an
liche, Förster, Agronomen u. s. w. vertheilt und diese
angehalten werden, ihre täglichen Beobachtungen monat-
an die Behörde einzusenden. Wie sachgemäfs dieses auch
nen mag, so wird es dennoch erlaubt seyn, einige Ein-
dungen gegen die meistens gewählte Methode zu machen.
rderst darf man nicht glauben, dafs solche Beobachtungen
Begründung streng richtiger meteorologischer Gesetze die-
können, denn hierzu fehlt ihnen die nöthige Genauigkeit;
dieses versteht sich schon von selbst und um so mehr,
man berücksichtigt, dafs die Aufzeichnungen häufig nicht
wirklichen Beobachtungen, sondern erst am Ende der
nach Gutdünken geschehn. Wesentlicher aber ist Fol-
s. Man beschränkt sich meistens auf das Barometer und
meter und verlangt dann, dafs zugleich die Regentage
rkt werden; allein das Barometer, ohnehin zerbrech-
nd theuer, ist ganz überflüssig, da die Schwankungen
en auf bedeutende Strecken sich gleich sind und da-
s den Beobachtungen an geprüften Instrumenten an ei-
Hauptorten nicht allzugrofser Länder sich genügend er-
n. Die Temperatur bietet allerdings bei ungleichen Hö-
nd verschiedenen Lagen interessante Veränderungen dar,
gleich wichtig und sogar wohl von noch gröfserer Wich-
t, namentlich für den Feldbau, sind die Regentage und
mengen, und dennoch werden diese gerade am wenig-
achtet, weswegen bei einem nutzlosen Ueberflusse von
terbeobachtungen es an Thatsachen fehlt, um die Re-
rhältnisse für den gröfsten Theil von Deutschland aus-
teln. Am zweckmäfsigsten würde es daher seyn, sich auf
ometer und zweckmäfsig eingerichtete Regenmafse zu
nken und diese nebst Tabellen mit der Auflage zu ver-
, den Gang des Thermometers nebst den Regenta-
nd Regenmengen in den Tabellen gewissenhaft aufzu-
en.

10) Wie grofs indefs die Menge der mit vieler Sorgfalt
genügender Sachkenntnifs geführten meteorologischen Re-
seyn mag, welche theils für sich bekannt gemacht, theils
hysikalischen Zeitschriften angehängt sind, so reichen sie
nicht hin zur festen Begründung der Gesetze der Meteo-

Digitized by Google

rologie, und der Physiker, welcher es versucht, diese finden, fühlt sich überall verlassen wegen des Mangels nügenden Thatsachen. Die Ursache hiervon liegt am Die Witterung irgend eines Ortes wird nicht durch die an ihm bedingt, sondern unterliegt Einflüssen aus we fernten Gegenden. Die übergrofse Menge der an eine zelnen Orte aufgezeichneten Thatsachen kann daher bl Beantwortung irgend einer speciellen Frage dienen, ab Uebersicht des Ganzen und ein Mittel zur Auffindung meinerer Ursachen und Gesetze kann sie nicht ge Theorie und Erfahrung beurkunden auf gleiche Weise hierzu eine Zusammenstellung gleichzeitig an mehre entlegenen Orten angestellter Beobachtungen unumgänzl thig ist. Ein merkwürdiges Beispiel, wieviel durch Mitwirkung Vieler geleistet werden kann, hat die me gische Societät zu Mannheim geliefert, welche zu ei thätig, als die Physik und namentlich auch die Mete noch in der Kindheit waren, mit Werkzeugen versel keineswegs auf grofse Vollkommenheit Ansprüche mache ten, und über einen geringern Flächenraum sich ausd als gegenwärtig leicht zu bewerkstelligen wäre, dennoch Schatz von Thatsachen hinterlassen hat, zu welchen jetzt alle diejenigen Gelehrten ihre Zuflucht nehmen, allgemeine Regeln der Witterung aufzufinden sich be Der Kurfürst Carl Theodor stiftete diese sogenannte *tas meteorologica palatina*, an deren Spitze der Abt H als Director stand. Die Gesellschaft versandte auf ih sten verglichene Barometer, Thermometer mit achtzigt Scale, Federkielhygrometer, denen sie in einzelnen noch ein Brander'sches magnetisches Declinatorium hinz In der beigegebenen Anleitung zum Gebrauche dieser mente war auch der Wunsch ausgedrückt, dafs die Be ter sich mit einem Luftelektrometer, einem Windmesser genmafse und mit einem Verdunstungsmesser versehen ten. Die Beobachtungen sollten täglich dreimal, Morge 7 Uhr, Nachmittags um 2 und Abends um 9 Uhr an und mit pafslichen Bezeichnungen in eine Tabelle einge werden. Hemmer hat nicht blofs eine Anleitung zur A lung dieser Beobachtungen[1], sondern auch die erhaltene

1 Descriptio instrumentorum soc. meteor. palatinae. Manh

ale in geeigneten Tabellen und mit Anmerkungen begleitet annt gemacht[1].

11) Schon oft ist seitdem der Wunsch im Stillen gehegt laut ausgesprochen worden, dafs durch irgend eine ähnliche richtung die Meteorologie als Wissenschaft eine feste Begrün- g erhalten möge, allein gerade durch die Fortschritte, wel- die Naturlehre unterdefs gemacht hat, scheinen die For- ngen so gesteigert zu seyn, dafs die Lösung dieses Pro- ms die darauf zu verwendenden Kräfte weit übersteigt. EWSTER[2] hat das Mittel gewählt, die Physiker in den ver- iedenen Ländern aufzufordern, an gewissen Tagen des Jah- gemeinschaftlich Beobachtungen anzustellen und ihm diese utheilen, allein da seit mehrern Jahren bis jetzt noch kein es erhaltenes Resultat bekannt geworden ist, so mufs der rhierfür nothwendig erkalten. Neuerdings hat die Kön. ät der Wissenschaften zu Kopenhagen die von der Man- er Gesellschaft vorgezeichnete Bahn wieder zu betreten cht, Instrumente vertheilt und fremde Beobachtungen mit eigenen vereinigt. An der Spitze dieses Geschäftes stan- drei gewiegte Männer, v. Hauch, Oersted und Schouw, che zuverlässig der Aufgabe gewachsen waren, wenn die haltnisse ihnen erlaubt hätten, alle ihre Zeit darauf zu wenden. Als eine gediegene Frucht dieses Unternehmens elt das Publicum die durch Neuber zu Apenrade vom An- Juni 1824 bis ebendahin 1825 angestellten Beobachtun- vollständig für jeden Tag dieses Jahres, und aufserdem die us hervorgehenden Resultate in einer lichtvollen Ueber- , nebst vielen interessanten Bemerkungen über die me- logischen Phänomene im Allgemeinen[3]. Allerdings hat Mannheimer Gesellschaft keine einjährige Beobachtungsreihe einem einzelnen Orte aufzuweisen, welche an Umfang Werth des Inhalts mit dieser verglichen werden könnte, dennoch ist die Erreichung des erwünschten Zieles auf

---

1 Ephemerides Soc. meteorol. palatinae. Historia et observationes. 1783 — 1792. XII T. 4.

2 Edinb. Journ. of Science. N. XI. p. 144.

3 Observationes meteorologicae a Cal. Jun. 1824. ad Cal. Jun. Apenroae in ducatu Slesvicensi factae ab A. Neuber. Havniae p. 4.

Digitized by Google

diesem Wege nicht zu erwarten. Wollte man von nur einem Dutzend hinlänglich von einander entfernter O ausführliche Uebersichten mittheilen, so würde selbst de rigsten Meteorologen die Zeit fehlen, sich mit diesen bekannt zu machen. Hierzu kommt, dafs die Bekann dung sich nothwendig verspäten mufs, wenn das Auf wöhnliche im Gange der Witterung, was die Aufmerks am meisten reizt, sein Interesse bereits verloren hat. lich sind auch diese Beobachtungen erst im Jahre 18 druckt. Endlich ist aber noch zu berücksichtigen, dafs der freigebigste Staat die auf ein Unternehmen von d Umfange zu verwendenden Kosten rücksichtlich des f Wissenschaften daraus zu erzielenden Gewinnes für zu erachten müfste.

12) Allerdings wird man mit einem etwas niederdrück Gefühle über dasjenige erfüllt, was durch menschliche erreichbar ist, wenn man überlegt, dafs ungeachtet des meinen lebhaften Interesses für die Meteorologie und der tigkeit der zu ihr gehörigen Gegenstände es nicht schwierig, sondern vielleicht unmöglich ist, die hierüber schenden und oft geäufserten Wünsche zu befriedigen. noch habe ich mit dem zu früh für die Wissenschaften storbenen Brandes um 1820 nach reiflicher Ueberlegun nen Plan entworfen, wodurch unter günstigen Umständen ses vielleicht möglich gewesen wäre, welcher damals w der italienischen und spanischen Wirren aufgehoben w nachher aber andern Geschäften weichen mufste, und w ich die Hauptumrisse hier mitzutheilen kein Bedenken da derselbe vielleicht künftig einmal in verbesserter Gestal Ausführung kommen könnte. Wir hatten uns vorgenom eine europäische meteorologische Zeitschrift herauszugeben, cher wir alle unsere Kräfte zu widmen gedachten, in Brandes den nordöstlichen, ich selbst aber den südwest Theil dieses Welttheils übernehmen sollte. Als äufse Puncte der zu überblickenden Länderfläche hatten wir, a dings etwas kühn, für die Länge Sebastopol und Liss für die Breite Christiania oder Bergenstift und Catanea in cilien gewählt. Auf dieser grofsen Strecke waren jedoch 24 Hauptpuncte ausgesucht, von denen regelmäfsig monatl Tabellen mitgetheilt werden sollten, die sich auf einen einz

n Barometerstand, das Maximum und Minimum der
atur, eine einzige Psychrometerbeobachtung, die mitt-
ndrichtung, den allgemeinen Charakter des Himmels
e kurze Andeutung ausgezeichneter Phänomene be-
n mufsten. Es schien uns dabei nur dadurch mög-
s allgemeine Interesse fortdauernd zu fesseln, wenn es
wingen liefs, die jedesmaligen monatlichen Beobach-
schon im nächsten Monate nachher drucken zu lassen,
Hefte im zweiten Monate zu versenden, wobei sich
bst verstand, dafs eine ausbleibende Tabelle später
efert werden mufste. Aufser diesen 24 Tabellen sollte
des Heft noch die wichtigsten meteorologischen Er-
gen nicht blofs aus ebendiesen, sondern auch aus
Orten enthalten, die wir namentlich aus den nordame-
en Zeitungen zu entnehmen hofften, insofern ein für
Zweck einzurichtender Briefwechsel nicht ausreichen
auch hofften wir mit Grunde, durch die liberale Un-
ung der grofsbritannischen Admiralität die meteorologi-
Register benutzen zu können, welche die englischen
infahrer zu führen gehalten sind.

Unser Plan hat allerdings etwas Riesenhaftes, allein es
der Wissenschaft wegen bereits gröfsere entworfen und
ch ausgeführt worden, z. B. die Gradmessungen, Pendel-
ungen und Entdeckungsreisen, und nur auf diesem Wege
die Meteorologie zu einer festen Basis gelangen, wenn
olche reichhaltige Fundgrube von Thatsachen eröffnet
etwa 10 bis 20 Jahre nach einander dem wissenschaft-
Publicum im Grofsen möglich gemacht würde, ihre ei-
Beobachtungen, so lange sie noch im frischen Anden-
d, mit denen aus weit entlegenen Orten vergleichbar
benzustellen. Der Sachverständige bedarf hierfür keines
es, denn es ist sicher ausgemacht, dafs die Ursachen
elingungen, mindestens der ungewöhnlichen meteorolo-
Erscheinungen, meistens in gröfseren Entfernungen zu
sind, als man in der Regel erwartet, wie denn unter
namentlich Brandes nachgewiesen hat, dafs die Ursa-
der Stürme im westlichen Europa gröfstentheils im at-
ben Ocean liegen. Zum Gelingen eines solchen Unter-
us genügt jedoch die gewissenhafte Anstrengung und der
etende Fleifs einiger hierfür sich vereinigender sachkun-

Digitized by Google

diger Männer nicht, ja selbst die thätige Unterstützung der lehrten Gesellschaften in den verschiedenen Staaten reicht zu nicht hin, aber eine nicht blofs entscheidende, son selbst gegen alle mögliche Wechselfälle sichernde Hülfe k dasselbe erhalten, wenn die erhabenen Regierungen auch sem wissenschaftlichen Zweige ihren vielvermögenden Sc angedeihen liefsen und alles, was für diese Zeitschrift a Redactoren derselben gesandt oder von ihnen (zur Verh von Mifsbrauch *sous bande*) abgeschickt würde, portofrei schnell durch die gewöhnlichen Posten versenden liefsen; eben die Schnelligkeit der aus der Ferne erhaltenen Nach ten würde die Meteorologen in den verschiedenen Länder treiben, in der Einsendung ihrer genau und gewissenhaf machten Beobachtungen nicht säumig zu seyn. Die Zeit lehren, ob die durch wechselseitige Handelsverbindungen reits so innig vereinten Völker sich zur Unterstützung solchen, den allgemeinen Frieden fordernden und in gew Hinsicht auch befördernden Unternehmens künftig einmal einigen werden.

II. Meteorologische Werkzeuge, nebst Prüfung ihrer Güte und der Metho sie zu beobachten.

Die gangbaren meteorologischen Apparate[1] können in schiedener Ordnung zusammengestellt werden, je nachdem sie entweder nach ihrer Wichtigkeit oder nach der Ueber stimmung der mit ihnen anzustellenden Messungen, unter ander ordnet. Eine Regel ist hierüber nicht festgesetzt, je pflegt man sie gewöhnlich ihrer Wichtigkeit nach auf ei der folgen zu lassen und diesemnach das Barometer, das T mometer und das Hygrometer voranzustellen. In Gemäf der alphabetischen Anordnung unsers Werkes dürfte es

1 Man kann deren mehr oder weniger beobachten. Lezt Edinb. New Phil. Journ. N. III. p. 141. rechnet dazu das Barom Thermometer, Hygrometer, Atmometer, Regenmafs, Drosom Anemometer, Photometer, Aethrioskop, Kyanometer und Elektr ter; allein die letztern von diesen werden selten überhaupt und jeden Fall nicht regelmäfsig beobachtet.

gemessensten seyn, diese auch hier beizubehalten, wobei es h von selbst versteht, dafs jederzeit auf die einzeln vor- umenden Artikel verwiesen wird und blofs die bereits ab- handelten die etwa nöthig gewordenen Zusätze erhalten nen.

1) *Atmometer*, *Atmidometer* oder Verdunstungsmesser. scheint mir unnöthig, zu dem, was hierüber gesagt wor- ist[1], noch weiter etwas hinzuzusetzen, und würde dieses, n es erforderlich wäre, bequemer bei der Untersuchung der dunstung geschehn.

2) *Barometer.* Ueber dieses wichtige meteorologische rkzeug wurde zwar oben[2] bereits ausführlich gehandelt, n es ist seitdem so viel Neues hinzugekommen, dafs hier e Nachträge nicht fehlen dürfen. Bekanntlich entdeckte VANGELISTA TORRICELLI im Jahre 1643 die Wirkung des druckes, durch welchen die Quecksilbersäule in der Glas- getragen wird, und PASCAL, um die neue Theorie zu legen, veranlafste erst in einem Briefe vom 15. Novbr. seinen Schwager PERRIER zu Clermont, das Barometer den 500 Toisen hohen Puy de Dome zu tragen, welches er am 19. Nov. 1649 vollführte und dann bemerkte, dafs Quecksilbersäule dort um 3″ 1‴,5 niedriger stand, als am fse dieses Berges[3]. Hiernach hält man PASCAL allgemein den Erfinder des barometrischen Höhenmessens. Allein mit er, aus den hier genau angegebenen Thatsachen entnom- en Folgerung stimmt nicht überein, was LIBRI[4] aufge- en hat, wonach BERIGUARDUS[5] erzählt, dafs schon 1643 eben erfundene Torricelli'sche Röhre in Toscana zum Mes- der Berghöhen gebraucht worden sey.

3) Ueber die Verfertigung der Barometer möge hier noch träglich bemerkt werden, dafs nach WINKLER[6] die Rei- ng des Quecksilbers am leichtesten und sichersten bewerk- gt wird, wenn man einen Theil reinen Schwefel schmelzt,

---

1 S. *Atmometer*. Bd. I. S. 432.
2 S. *Barometer*. Bd. I. S. 759.
3 DE LUC Recherches sur les modifications de l'Atmosphère. T. 292.
4 Ann. Chim. et Phys. T. XLVI. p. 356.
5 Circulus Pisanus T. VII. p. 621. ed. 1643.
6 Buchner Repert. Bd. XXXII. S. 269.

Digitized by Google

unter stetem Umrühren 6 Theile Quecksilber zusetzt, falls Masse sich entzünden sollte, sie sogleich bedeckt und das erhaltene Schwefelquecksilber aus einer irdenen oder sernen Retorte destillirt.

14) Die verschiedenen Constructionen der Barometer bereits oben so vollständig angegeben worden, daſs es mir flüssig scheint, die seitdem bekannt gewordenen Abänderungen derselben hier ausführlich zu beschreiben, weil sie im Wesen chen mit der einen oder der andern der angegebenen Ar übereinstimmen. Das Fortin'sche und das Horner'sche meter scheinen mir noch immer den Vorzug zu verdienen, doch müſste letzteres mit einem Stifte versehn und das N des Quecksilbers im Gefäſse mit diesem in Berührung ge werden, weil es sich auf diese Weise schärfer, als unter Rand des Ringes, einstellen läſst, wovon ich mich selbst den Gebrauch überzeugt habe. Inzwischen sind allerdings nige zweckmäſsige Constructionen vorgeschlagen worden, z. B. Bunten[1], von Parrot[2] dasjenige, dessen er sich auf merkwürdigen Reise nach dem Ararat bediente, wobei er besondere Dauerhaftigkeit und Leichtigkeit des Einsetzens ner neuen Röhre nach dem Zerbrechen der ursprünglichen absichtigte. Adie zu Edinburg macht vortreffliche Baro nach Fortin'scher Einrichtung und versieht sie oben mit kleinen Dosenlibelle, um von ihrer verticalen Richtung chert zu seyn, allein dieses scheint mir unnöthig, da durch das Gewicht des Quecksilbers im Gefäſse bei hin cher Beweglichkeit und zweckmäſsiger Aufhängung von hervorgebracht wird[3]. Die Construction der Pistor'schen berbarometer in ihren wesentlichsten Theilen hat auch Bu haupt[4] gewählt und verfertigt hiernach vorzüglich Apparate dieser Art. Bei Höhenmessungen auf Reisen Hisinger[5] das Ablesen der Scale beider Schenkel der

1 Journ. de Chim. medicale T. IV. p. 238. Annal. de l'Ind. nat. et étrang. N. 78. Wiener Zeitschr. Th. II. S. 74.

2 Reise zum Ararat. Berl. 1834. Th. II. S. 1 ff.

3 Eine detaillirte Beschreibung des eisernen Gefäſses findet in Edinb. Journ. of Sc. New Sér. N. II. p. 338. Das Barometer habe ich bei Galbraith in Edinburg gesehn.

4 Poggendorff Ann. XXXIV. 41.

5 Poggendorff Ann. VII. 33.

Digitized by Google

sehr zweckmäfsigen Barometers von Gay-Lussac zeit- und Beobachtungsfehler veranlassend[1], weswegen er einem Reisebarometer die Veränderung anbrachte, dafs der punct der verschiebbaren Scale auf die Quecksilberfläche tern Schenkel eingestellt und dann blofs am obern Schen- abgelesen wurde. Setzt man einmal die Genauigkeit der Barometer als genügend voraus, so ist diese Einrichtung längs empfehlenswerth; inzwischen hat auch Gay-Lussac Barometer in der Art abgeändert, dafs man blofs am kürzern kel abliest, was jedoch voraussetzt, dafs die Quantität darin enthaltenen Quecksilbers unverändert bleibt, dage- über die Correction wegen der Temperatur blofs auf die silbersäule im kürzern Schenkel beschränkt und dadurch anz unnöthig macht.

) Bei Barometern, die für den Transport, namentlich auf , oder zum Höhenmessen bestimmt sind, vermeidet man urch Kupffer[2] aufgezählten Ursachen zu Fehlern leicht t, dafs man hinlänglich genaue Resultate erhält, allein l es auf die Ausmittelung der absoluten Barometerhöhe gend einem Orte ankommt, genügen diese nicht. Die herheit, welche nach der Fortin'schen Construction dar- wächst, dafs sich die obere Wölbung des Quecksilbers leicht mit dem Rande des Ringes in eine Ebene brin- lässt, wird nach Horner's Einrichtung dadurch vermie- dafs man unter dem Ringe hin visirt, die völlig verti- chtung des Barometers ist durch seine Construction von gegeben und die Richtigkeit der Scale, die in der Spitze m Quecksilber im Gefäfse berührenden Stiftes ihren An- ben mufs, ist gegenwärtig ohne gröfse Schwierigkeit zu erreichen; allein die übrigen zwei gerügten Unge- ten, nämlich die Coincidenz der Schärfe des Läufers m Nullpuncte des Nonius und der Einfluss der Capilla- sind nach den neuesten Untersuchungen hierüber so zu vermeiden, dafs kein anderes Mittel übrig bleibt, gewöhnlichen Barometer nach irgend einem genauen Barometer abzugleichen, was auch von den vorzügli-

---

[1] Dieser Vorwurf ist jedoch mit Wahrscheinlichkeitsgründen nicht vereinbar.

[2] Poggendorff Ann. XXVI. 446.

Digitized by Google

chern Künstlern bisher schon zu geschehn pflegte, d
dieses Mittel die bessern Barometer diejenige Uebereinsti
nicht zeigen würden, die man an ihnen wahrnimmt. K
hat ein Heberbarometer angegeben, bei welchem die meis
genannten Fehler vermieden sind, allein die Beobachtun
selben ist sehr zusammengesetzt und dadurch zeitrauben
fserdem aber ist zwar der Einfluſs eines geringen
Luft im Vacuum des Instruments auf eine sehr sinnreiche
vermieden, allein sofern bei nicht ausgekochten Baro
sich nach und nach etwas mehr Luft aus dem Quec
auszuscheiden pflegt und hierdurch die Capillardepressio
Aenderung erleidet, letztere aufserdem von der Eige
lichkeit des Glases abhängt, so wird auf diese Weise
suchte absolute Genauigkeit doch nicht vollständig e
diejenige Unsicherheit nicht zu erwähnen, welche hins
der nicht angegebenen Weite der Röhren, namentlich
ziehung auf Heberbarometer, stets noch zurückbleibt.

16) Seit der Bekanntwerdung des Art. *Barometer*
sem Werke und zum Theil hierdurch veranlafst wur
Aufmerksamkeit der Physiker vorzüglich auf die Const
genauer Barometer gerichtet, hauptsächlich weil man
Folge der von der Berliner Akademie im Jahre 1823
gangenen Aufforderung zu gleichzeitigen Beobachtungen
bekanntesten Orten Deutschlands überzeugte, dafs d
DE LUC so sehr empfohlenen Heberbarometer, obgleich
absolute Länge der durch den Luftdruck getragenen
silbersäule unmittelbar angeben, doch namentlich weg
unbestimmbaren Einflusses der Capillarität[1] dasjenige ni
sten, was man sich von ihnen versprach. Zwei ei
wechselseitig bedingende Hindernisse eines richtigen
waren es vorzüglich, die bei dem Barometer beseitigt w
mufsten, wenn sie zuverlässige Apparate seyn sollten, un
welche aller Fleifs der Künstler vergebens an ihnen
schwendet war. Als erste Ursache zu Fehlern ist die C
larität zu nennen, die für feine Bestimmungen nicht
Unrichtigkeiten der absoluten Barometerhöhen herbeiführt,
dern bei engen Röhren auch mit einer Unempfindlichkei
sammenfällt, welche die feinsten Oscillationen wahrzune

1 Vergl. KUPFFER in Mém. de Petersbourg. VIme Sér. T.

rt. Insbesondere erwarb sich Bohnenberger[1] das Ver-
, unwiderleglich nachzuweisen, dafs die Capillardepres-
eine andere sey im Torricelli'schen Vacuum, als bei der
rung mit Luft, weswegen Heberbarometer stets zu hoch
müfsten. Aufserdem aber stellte er ganz in Abrede, dafs
pillardepression nach der Theorie von La Place corri-
rden könne, weil die Gestalt der Curve, welche die
liche des Quecksilbers in ungleich weiten Röhren bildet,
wohl bestimmbar ist. Selbst die Tafel, welche Bou-
[2] berechnet hat, giebt Werthe, welche von den wirk-
gefundenen bedeutend abweichen, und ebendieses ist
einer durch Poggendorff[3] angestellten Vergleichung der
mit derjenigen Tabelle, welche Poisson[4] gegeben hat
icht minder mit derjenigen, welche auf die Bestimmung
nstanten durch Eckhardt und Schleiermacher ge-
t und oben[5] mitgetheilt worden ist.

7) Um zu absolut richtigen Resultaten zu gelangen, liefs
ssenberger ein sogenanntes *Normalbarometer* verferti-
ein wahres Rieseninstrument, dessen Röhre 14,5 par. Lin.
essen Gefäfs 5 Zoll Durchmesser hatte. Letzteres war so
richtet, dafs auch andere Röhren von geringerem Inhalte
selbe eingesenkt eine Messung und Vergleichung ihrer
sion gestatteten, die man bei der grofsen wohl als ganz

Naturwissenschaftliche Abhandlungen, herausgegeben von ei-
ellschaft in Würtemberg. Tübing. 1827. Th. I. S. 219 u. 389.
In Connaissance des Tems pour l'an 1829. p. 308.
Dessen Annalen. Bd. XXVI. S. 462.
Nouvelle Théorie de l'action capillaire. p. 289.
S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 909. Die Mitglieder der Akade-
Turin beobachteten schon in der Mitte des vorigen Jahrhun-
ungleichen Höhen der Quecksilbersäule in Barometerröhren
chiedener Weite; sie suchten hierfür und für den Einfluls der
die erforderlichen Correctionen auf, aber nur mit derjenigen
eit, die in der damaligen Zeit zu erwarten war. S. Miscel-
rin. 1759. T. I. p. 7. Auch Cavendish berechnete Tafeln für
ardepression bei Barometern. S. Philos. Trans. 1776. p. 386.
ntesten und am meisten gebraucht sind die von Bouvard,
lace's Theorie, in Connaiss. des Tems 1812. p. 320. und
308. Hierauf sind auch die durch v. Zach berechneten ge-
S. Nuove tavole barometriche e logaritmiche. Genova 1818.

Digitized by Google

vermieden betrachten darf. Eine Vergleichung ergab dieser Voraussetzung folgende Resultate.

Durchmesser	5,81 par. L.	3,02 par. L.	2,15 par. L.
Depression	0‴,036	0‴,331	0‴,575
	32	335	577
	35	336	569
	33	332	597
	35	334	582
	36	333	568
Mittel	0‴,034	0‴,333	0‴,578

Rücksichtlich der so gefundenen Capillardepressionen i schiedenes zu bemerken, vorläufig möge aber genügen, wichtige Ergebnifs hervorzuheben, dafs eben nach eine gleichung hiermit die durch Rechnung gefundenen De nen zur genauen Correction dieser Gröfse unzulänglich

Da solche Normalbarometer nicht wohl transporti den können, zugleich aber für den jetzigen Zustand d senschaft an den Hauptbeobachtungsstationen fast unent sind, so ist es um so wichtiger, hier eine Beschreib genannten aufzunehmen und diese durch eine Zeichnu Ganzen und seiner einzelnen Theile zu erläutern. A

Fig. 259. Fufsbrete A B von 10,5 Z. Durchmesser und 2,5 Z. Dic die zwei hölzernen Säulen A C und B D. Sie lassen

Fig. 260. E, F auseinander schrauben, um das Zwischenstück E ches seiner Wichtigkeit wegen besonders gezeichnet wor aufzunehmen. Oben sind die Säulen durch ein ähnliches, telst eiserner Schrauben auf ihnen befestigtes Stück ver Beide Zwischenstücke haben einen gleichen halbkreisf Ausschnitt, welcher zur Aufnahme der Röhren von v dener Dicke dient, und über ihnen ist das messingn a b, a′ b′ aufgeschraubt, dessen Zweck später angegeb den soll. Beide Stücke haben am Ausschnitte drei ande kreisförmige Ausschnitte R, r, r′ von ungleicher Gröfs ren Axen also in der Oberfläche eines Cylinders liegen sen geometrische Axe die Bänder a b, a′ b′ in g schnei mit der verticalen Axe des mikroskopischen Beobacht parates zusammenzufallen. Die kleineren Röhren wer

(wohl vortheilhaft vorher mit aufgeklebtem weichem Le-
ausgekleideten) Ausschnitten r und r′ vermittelst aufge-
ubter Haken und zwischengelegten Papiers festgehalten,
größere Röhre von 14,5 Lin. Weite durfte unten nicht
einer Unterlage ruhn, weil an solchen Körpern leicht Luft-
aufsteigen, es wurde daher an der geeigneten Stelle
übergeleimt und über dieses eine inwendig rauh ge-
, aus zwei Hälften bestehende, messingne Hülse, in
Rauheiten sich das noch nasse Papier drückte, mittelst
ben angezogen, deren hervorstehende Ränder die Röhre
dem Zwischenstücke bei R so schwebend erhalten, daſs ihre
ung einen Zoll vom Boden des Gefäſses PQ entfernt
Auſserdem dienen zum Festhalten derselben in den
halbkreisförmigen Ausschnitten oben und unten noch zwei
gne Bänder, die mittelst der Schrauben s, s′ angezogen
.

Zum Messen der absoluten Länge der Quecksilbersäule
eine eigene mikroskopische Vorrichtung. Auf dem 16,75
langen, 10 Lin. weiten hohlen messingnen Cylinder LM Fig.
die Scale aufgetragen. Aus diesem laufen oben und un- 261.
die eisernen Axen m und Mhl aus, wovon die erstere
drisch und bloſs oben etwas konisch ist, die letztere hat
einen Absatz und unten eine stählerne Spitze l, welche
jeder Beobachtung mit der Oberfläche des Quecksilbers im
zur Berührung gebracht wird. Sie ist bei k mit einer
gnen Hülse angeschraubt, die durch eine andere Schrau-
angezogen wird. Innerhalb der Röhre LM sind zwei
durch eine gezahnte Stange verschiebbare, deren obere
Kleine, in der Axe der LM bewegliche, zusammenge-
Mikroskop Nq trägt. Auf dem Stücke, welches dieses
skop trägt, befindet sich der Nonius, mittelst dessen die
in 100 Theile getheilt ist und welcher durch das Ge-
bei O bewegt wird. Der cylindrische Theil m der Axe
genau in die Oeffnung g des messingnen Bandes a′ b′, auf
untern Bande ab sitzt ein kurzer hohler Cylinder cd, in Fig.
ein anderer fg eingeschraubt ist, durch dessen Oeff- 262.
die Axe h nach dem Abschrauben der Spitze kl gesteckt
kann. Man übersieht bald, daſs hiernach die Axe mk
den Axen der Barometerröhren parallel läuft und mit der
metrischen Axe eines Cylinders zusammenfällt, in dessen

Digitized by Google

Peripherie sich die Axen der Barometerröhren befinden, in den eingeschraubten Cylinder fg aber wird es möglich, die stählerne Spitze l der Axe mit der Oberfläche des Quecksilbers im Gefäfse genau zur Berührung zu bringen. Zur Herstellung des verticalen Standes dient eine Libelle, welche rectificirt vorausgesetzt wird und in diesem Falle durch die im Fufsbrete angebrachten, in der Zeichnung weggelassenen Schrauben zum Einspielen gebracht werden kann, nachdem sie mit ihrer Hülse auf die konische Spitze m der Axe gesetzt worden ist. Sollte die Libelle nicht richtig seyn, was sich durch Umdrehn um ihre verticale Axe zeigen müfste, so kann sie auf die bekannte Weise rectificirt werden, indem man den halben Fehler durch die Stellschrauben des Fufsbrétes, die andere Hälfte desselben durch die an ihr befindlichen Correctionsschrauben verbessert. Es versteht sich von selbst, dafs der Absatz bei h auf der genau ebenen Fläche des Schraubenkopfes f ruhe und die Axe sich leicht in der Höhlung e bewege, ohne den eingeschobenen Cylinder durch ihre Umdrehungen höher oder niedriger zu schrauben. Es ist nun nicht zu erwarten, dafs bei einer genauen Ausführung der Arbeit der Spinnenfaden im Mikroskop nicht in einer horizontalen Ebene liegen oder bei seiner Umdrehung um die verticale Axe der Stange LM eine andere, als horizontale Bewegung machen sollte; allein es mufs dieses dennoch controlirt werden, was auf sehr einfache Weise dadurch geschieht, dafs man den Faden genau auf irgend einen festen Punct einstellt und sich durch Umdrehn des Mikroskops um die verticale Axe überzeugt, dafs er diesen nie verläfst. Die Richtigkeit der Scale und des Nonius an sich mufs der Künstler verbürgen, ob aber durch beide die eigentliche Länge der Quecksilbersäule im Barometer gemessen werde, dieses zu controlliren dient die Berichtigungsstange, welche aus fast 3 Linien dickem Eisendrahte genau 27 Zoll lang, auch oben und unten in feine Spitzen auslaufend, an einer der Säulen A oder B so aufgehangen wird, dafs ihre untere Spitze die Quecksilberfläche im Gefäfse berührt, die obere dagegen mit dem Spinnenfaden im Mikroskope zusammenfallend eine genaue Prüfung gestattet, ob das Null des Nonius mit 27 Zoll der Scale zusammenfällt. Diese zur künftigen wiederholten Controlle des Apparats bleibende Stange ist oben in der Länge von 1,

Digitized by Google

Schraube geschnitten und am untern Ende dieses Gewin-
mit einer ränderirten messingnen Scheibe versehn, um
mittelst dieser die ganze Stange leicht um ihre verticale
drehn zu können. Mit ihrem Gewinde wird sie in ei-
messingnen Ringe festgeschraubt, welcher nach der Art
Aufhängens von Schiffscompassen am Ende eines aus der
hervorstehenden Armes beweglich festsitzt. Durch Um-
der Berichtigungstange um ihre verticale Axe läfst sich,
durch ihr eigenes Gewicht nothwendig eine lothrechte
ung annehmen mufs, ihre untere Spitze genau mit der
fläche des Quecksilbers im Gefäfse zur Berührung brin-
und wenn dann beim Coincidiren des Spinnenfadens mit
obern Spitze die Scale nicht genau 27 Zoll zeigt, so
sich dieses durch Umdrehung der Schraube bei k leicht
tigen.

Hiernach unterliegt die möglichst erreichbare Genauig-
dieses Apparates keinem Zweifel, allein die Beobachtun-
n demselben sind schwierig, weil sich die grofse Fläche,
welcher noch aufserdem bei der geringsten Erschütterung
Menge kleiner Wellen entstehn, nicht gut übersehn und
scheiden läfst. Zur Erleichterung hat Bohnenberger
n federnden Ring aus dünnem Messingblech bei K über
Röhre herabgeschoben, um blofs einen feinen Lichtstreifen
der Oberfläche des Quecksilbers durchfallen zu lassen,
aufserdem ist auch das Mikroskop so eingerichtet, dafs es
einen solchen Streifen durchläfst. Bei der Prüfung der
mufs auf die Temperatur und die ungleiche Ausdehnung
Metalle Rücksicht genommen werden, was am leichtesten
eht, wenn man die Rectificirung der nach altfranzösi-
n Mafse getheilten Scale bei der Normaltemperatur von
vornimmt, aber auch bei den Beobachtungen ist die
eratur um so vorsichtiger zu berücksichtigen, je langsa-
ie grofse Masse des in der Röhre enthaltenen Quecksil-
eine Temperatur ändert. Solche Barometer sind jedoch
stationäre Apparate zu betrachten, die weniger zum
en Gebrauche, als vielmehr zur Rectificirung anderer
eter, zu Untersuchungen über die Capillarität und zu an-
nicht so oft wiederkehrenden feinen Messungen dienen;
üssen daher sehr fest aufgestellt seyn und sich an Orten
en, wo die Temperatur nicht leicht wechselt. Inzwischen

Digitized by Google

können sie auch füglich zu täglichen Beobachtungen benu
werden, wenn man bei jeder einzelnen nicht den höch
Grad der mit ihnen erreichbaren Genauigkeit beabsichtigt, w
allen Dingen aber dienen sie zur Rectificirung der gew
chen Barometer.

18) Bohnenberger nimmt selbst an, dafs bei R
von 6 und mehr Linien Weite die Capillarität verschwi
und solche lassen sich daher gleichfalls zu Normalbaro
anwenden. Von dieser Art sind die Heberbarometer, w
in der Werkstatt von Pistor und Schiek zu Berlin ve
tigt werden, wovon das erste sich auf der dortigen S
warte befindet, andere nach Altona, Königsberg, Kopenh
Stockholm, Helsingfors, Danzig u. s. w. geliefert worden s
Hierbei hat der längere Schenkel in der Mitte eine d
Biegung, so dafs die Axe des wieder aufgebogenen k
Schenkels mit der des obern Theils des längern in ei
ticale Ebene fällt. Die Scale besteht aus einem Lineal v
Messing und ist unten mit einem festen Mikroskope, o
mit einem auf dem Nonius festsitzenden und mit diesem
eine Mikrometerschraube beweglichen versehn; sie l
leicht vom Instrumente abnehmen, um sie auf einem g
Etalon zu rectificiren, indem man das obere Mikroskop
Zoll stellt und das untere vermittelst einer Stellschrau
tet, bis die Spinnenfäden beider Mikroskope mit den a
messingnen Etalon in Silber eingeschnittenen, genau
von einander abstehenden, feinen Linien coincidiren, w
die jedesmalige Temperatur vernachlässigt werden kan
beide von Messing sind, die absolute Richtigkeit der
vorausgesetzt. Scale und Nonius, beide auf Silber g
liegen in einer Ebene und geben Hundertstel einer p
Um das Barometer genau vertical zu hängen, wird ein
Bohle vermittelst eingegypster Schrauben an der Wa
stigt, diese trägt zwei eiserne Arme, den untern a
mit einer Pfanne von Glockenspeise versehn, wor
Last des Barometers tragender stählerner Conus r
obere trägt einen vermittelst Schrauben beweglich
auf welchem der am obern Ende des Barometers b
Ring hängt und welchen man in seinen Charnieren d

1 Poggendorff Ann. XXVI. 451.

Digitized by Google

ben so lange richtet, bis das Senkel die verticale Rich-
der Röhre anzeigt. Auf diese Weise kann das Barome-
ch allen Seiten gedreht, zugleich auch aus der unteren
gehoben werden, um es gegen den Horizont zu nei-
nd sich von der Abwesenheit der Luft über dem Queck-
im längern Schenkel zu überzeugen. Auch dieses Baro-
ebenso wie das Bohnenberger'sche, ist so empfindlich, dafs
en Oscillationen, selbst bei blofsem starkem Luftzuge
mer, nie aufhören, was dann, aufser der Gröfse der
che, die Beobachtungen bei beiden ausnehmend er-
t. Bei diesen Heberbarometern, deren Vortrefflichkeit
nicht in Abrede zu stellen ist und bei denen die Schön-
r Ausführung allgemeinen Beifall und Bewunderung fin-
leibt immer noch der Zweifel übrig, ob auch bei die-
ite der Röhre die Capillarität in dem der freien Luft
tzten Schenkel auf gleiche Weise verschwindet, als in
ufleeren, von welchem allein Bohnenberger redet;
em aber kommt noch eine Frage über den individuellen
des Glases in Betrachtung, welcher die Heberbaro-
überhaupt in einem stärkeren Grade treffen würde und
weiter unten die Rede seyn wird.

(9) Barometerbeobachtungen zur Ausmittelung der Ge-
denen der veränderliche Luftdruck unterworfen ist, wer-
häufig angestellt, dafs es sich wohl der Mühe lohnt,
ie Art der Barometer, die man hierzu wählen mufs,
Worte zu sagen. Sollen diese Beobachtungen blofs da-
en, um den Gang der Witterung zu beachten und mit
er Wahrscheinlichkeit vorauszusagen, so genügen ge-
he Flaschenbarometer, die sich ohnehin leicht trans-
lassen; besser ist es jedoch und nicht kostbarer, nach
thode von Placidus Heinrich, ausgekochte 2 bis 2,5
eite Röhren in ein Glas mit Quecksilber zu senken,
f einem geeigneten Brete zu befestigen, das Gefäfs
m Pappdeckel gegen Staub zu sichern und auf dem
ntweder eine papierne Scale hinter der Röhre oder zur
selben eine messingne mit einem Nonius zu befesti-
Dabei wird jedoch vorausgesetzt, dafs das einmal auf-
Barometer, wenigstens der Regel nach, an seiner
ets bleibe. Sollen die Beobachtungen genauer seyn
Vergleichung mit andern, etwa wegen Höhenbestim-

Digitized by Google

mungen, dienen, wobei es selten auf weniger als etwa 0,
0,3 Lin. Unterschied ankommt, so genügen die von
Künstlern verfertigten Fortin'schen, Horner'schen, Pistor
insbesondere die vorzüglichen durch Buzengeiger in T
gen gelieferten Heber - oder Gefäfsbarometer. Verlangt man
gröfsere Genauigkeit, hauptsächlich aber an den Haupt
achtungsstationen, so sollte hierzu billig ein Normalbar
dienen, welches zwar nicht die colossale Gröfse des
berger'schen haben mufs und daher auch weniger kostbar
kann, aber doch dem Wesen nach zu dieser Classe
Solche Barometer bestehn am besten aus einer über 6
nien weiten Röhre und einem 5 bis 6 Zoll Seite haltende
dratischen Gefäfse von lackirtem Eisenblech, welches
2 Zoll hoch mit Quecksilber gefüllt und durch einen
schliefsenden Deckel gegen Staub geschützt seyn mufs.
in dasselbe eingesenkte Röhre darf nicht bis auf den
herabgehn, sondern ihre Mündung mufs sich etwa 0,5 Z
demselben befinden. Die Röhre wird auf einem starken
von hartem, wohlgetrocknetem Holze befestigt, an dessen
teres Ende das Gefäfs angeschraubt worden ist, jedoch
Röhre dem Rande desselben nicht zu nahe kommen und
sich am besten in dessen Mitte, was sich durch einige
stehn von der Wand leicht erreichen läfst. Durch den
des Gefäfses geht ein elfenbeinerner Stift herab, auf
eine flache Seite nahe unter dem obern Ende eine feine
zontale Linie eingeschnitten ist, deren Ende eine gleiche
Linie berührt und mit ihr einen rechten Winkel bildet
auf einem kleinen, in das Bret eingelassenen Stückchen
fenbein gleichfalls horizontal eingeschnitten ist. Der Stift
so weit herabgedrückt, dafs beide Linien in die nämliche
rizontale Ebene fallen, und wenn dann die Länge des
von der Spitze bis zu seiner Linie bekannt ist, so kann
Künstler von dem Striche auf dem Brete an die Scale
befestigen, auch durch ein über die Scale und unter
Absehn bestimmten Ringe hin gelegtes Lineal den Strich
des Nonius und der Scale leicht zur Coincidenz bringen,
bei die vortheilhafte Einrichtung, dafs Nonius und Scale
einer Ebene liegen, vorausgesetzt wird. Bei sehr harten
wie man zu solchen Apparaten zu nehmen pflegt, und
stets in Zimmern hängenden Barometer keinem bedeu

Digitized by Google

el der Feuchtigkeit ausgesetzt werden, ist ein Verziehn ttes nach den Längenfibern nicht zu fürchten, wie durch n geschieht, und es genügt daher, die Scale von der einiger Zolle auf dem Brete zu befestigen; will man en aber gesichert seyn, so mufs die messingne Scale ten an bis oben hinauf reichen und der Strich, wel- it dem des Stiftes coincidirt, am untern Ende dersel- geschnitten seyn. Bei einem so weiten Gefäfse kann h der Gefäfs-Correction, die für jede einzelne Beob- erforderlich sowohl mühsam als auch zeitraubend seyn überheben und es genügt daher, bei ungefähr dem nahe bekannten mittleren Barometerstande das Gefäfs mit Quecksilber zu füllen, dafs seine Oberfläche ge- Spitze berührt, was man nach Bohnenberger sehr ausmessen kann, wenn man mit einem Vergröfserungs- as Bild beachtet, welches die Spitze des Stiftes auf der Metallfläche erzeugt, oder die kleine Vertiefung, die intauchen sogleich erzeugt wird. Durch die Schwan- über und unter dem mittleren Stande wird dann der s des Gefäfses von selbst ausgeglichen.

l) In der neuern Zeit hat sich in Beziehung auf die Ca- ät eine Schwierigkeit gezeigt, welche bei weitem bedeu- ist, als es auf den ersten Blick scheint. Früher glaubte ieser Einfluss auf die absolute Länge der Quecksilber- den Barometern lasse sich durch gehöriges Auskochen beseitigen, dafs man blofs nöthig habe, die obere ng des Quecksilbers abzulesen oder die erforderliche ion nach den darüber gefundenen Formeln anzubringen. r ist bereits das Nöthige gesagt worden[1]; allein es mufste uffallen, dafs einige Physiker durch wiederholtes Ausko- e Convexität gänzlich beseitigt zu haben versicherten, dagegen nicht im Stande waren, eine völlig ebene Flä- erhalten. Ich selbst gehöre zu denen, die es nie da- bringen vermochten, glaubte jedoch wegen des von geführten Ciarci'schen Barometers von G. G. Schmidt, dieses an der Unvollkommenheit des Auskochens. Um r wurde ich überrascht, als Pistor in Berlin, welcher nsoviel Eifer als Glück sich die Verbesserung und Ver-

---

[1] S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 907.

Digitized by Google

vollkommnung aller physikalischen Apparate angelegen
läfst, auch versicherte, die Barometer dürften nicht a
kocht, sondern müfsten blofs mit vorher zum Sieden e
tem und noch warmem Quecksilber gefüllt werden, we
sonst eine nachtheilige Capillarattraction zeigten. Einen
such, wodurch er dieses zu beweisen sich zuvorkommen
bot, konnte ich aus Mangel an Zeit nicht abwarten, ge
aber, dafs ich nach eigenen, an vielleicht funfzig Röhre
machten Erfahrungen nicht zur Ueberzeugung gebracht w
Bohnenberger hielt das Auskochen der Barometerröhre
so nothwendig, dafs er der grofsen Schwierigkeiten unge
tet seine 14,5 Lin. weite Röhre auskochen liefs. Düt
wollte gefunden haben, dafs durch die Hitze etwas Quec
ber oxydirt werde und dann das beigemessene Oxyd die
pillardepression erzeuge, weswegen er vorschlug, das S
stoffgas abzuhalten; allein Poggendorff zog wegen de
wähnten, durch Piston und Schiek gemachten Erfahru
diese Erklärung in Zweifel, die an sich nicht wahrschei
ist. Unterdefs nahmen Schumacher und Bessel[2] wahr,
die trefflichen Pistor'schen Barometer mit Röhren von 7
Weite zuerst Capillarattraction durch eine etwas concave C
fläche und nach dem Herauslassen von etwas Luft aus
Torricelli'schen Raume eine ungewöhnlich starke Capill
pression zeigten[3]. Eine nähere Untersuchung dieser Th
che führte zu dem leider gewissen und ebendaher höchst
angenehmen Resultate, dafs die verschiedenen Glassorten
ungleiche Adhäsionskraft gegen das Quecksilber zeigen,
wegen allgemeine Formeln zur absolut genauen Correction
Capillardepression wohl aufser dem Bereiche der Möglich
liegen[4]. Man ist seitdem von selbst dahin übereingekom

---

1 Aus Nouvelle Théorie de l'action capillaire par M. Pois
291. in Poggendorff Ann. XXVI. 455.

2 Astronomische Nachrichten 1832. N. 175. Daraus in Pogg
dorff Ann. XXVI. 455.

3 Ein vor einigen Jahren von mir verglichenes Pistor'sches B
sebarometer zeigte eine schräge Oberfläche, offenbar in Folge ung
cher Adhäsion des Quecksilbers an den Wandungen des Glases.

4 Ein ganz vorzügliches Gefäfsbarometer von Loos, welches
seit 1811 stets beobachte und welches bei allen zahlreichen Verg
chungen sich stets als ausnehmend genau bewährte, auch die vorh

uch Pistor hat die Nothwendigkeit hiervon eingesehn, s am sichersten ist, hartes Glas zu Barometerröhren zu n, und insbesondere zeichnen sich diejenigen vortheilhaft welche von Buzengeiger[1] in Tübingen gebraucht wer- Die sonst so ausnehmend hellen und leicht zu behan- en Röhren von pariser Glase sind nicht zu empfehlen, sie zu viel Metalltheile enthalten, auch zeigt sich bei n Röhren, in deren Masse eine zu grofse Menge Kali lten ist, oft über dem Quecksilber ein opalisirender, ins iche spielender Ueberzug, welcher von etwas ausge- itztem, anfangs wieder resorbirtem, nachher aber auf der fläche sich ansetzendem Kali herrühren soll. Sind dann larometer aus gut geeignetem Glase verfertigt, so läfst mindestens mit Grunde erwarten, dafs sie sich durch den fs der Zeit nicht verändern, wenn man sie gegen zu- s Hineindringen von Luft bewahrt. Zur Correction der arität könnte man am besten die durch Bohnenberger denen Gröfsen anwenden, wonach die Depression bei l Weite 0‴,034, bei 3‴,02 Weite 0‴,333 und bei 2‴,15 e 0‴,578 beträgt, welche Gröfsen sich ohnehin leicht in- ßliren und auf die üblichen Durchmesser der Barometer- en anwenden lassen; allein wegen des nicht leicht be- obaren Einflusses der eigenthümlichen Glassorte ist es stets ichersten, eine Vergleichung mit einem geprüften Nor-

---

Wölbung so unverändert beibehalten hat, dafs ich der Bequem- lt wegen den scharfen Rand der Quecksilbersäule ablese und Wölbung als constante Gröfse zum mittlern Stande addire, zeigte urer Zeit zu meinem gröfsten Erstaunen bei einem ungewöhn- iefen, aber bereits vielmal überschrittenen Stande eine völlig Oberfläche. Durch wiederholtes Klopfen und mehrmaliges Os- n der Säule wurde der Stand im mindesten nicht abgeändert, ber nach dem daneben hängenden, oft verglichenen Horner'schen etter 0,25 Lin. höher, als der Rand des Quecksilbers stehn . Nach einigen Stunden war das Barometer etwa eine Linie gen und die frühere Convexität vollkommen wieder hergestellt. dieser überraschenden Erfahrung ist mein Vertrauen auf die lässigkeit der übrigens vortrefflichen Barometer bedeutend ver- rt, auch glaube ich bemerkt zu haben, dafs die Barometerröh- durch Capillar-Attraction annehmen, wenn sie anhaltend den enden Sonnenstrahlen ausgesetzt sind.

Astronomische Nachrichten. Jahrg. 1830. N. 190.

malbarometer anzustellen, womit billig jedes gröfsere phy
lische Cabinet früher, als mit andern, meistens nur zur
stigung dienenden Apparaten versehn seyn sollte. Im G
ist jedoch die Abweichung der verschiedenen Barometer
einander so grofs nicht, als man nach den angestellten
trachtungen fürchten müfste, denn nach den Vergleichu
von Schübler[1] steht Horner's Gefäfsbarometer 0,06,
TIN's Gefäfsbarometer auf dem St. Bernhard 0,02, dess
Gefäfsbarometer auf der Sternwarte zu Genua 0,06, Car
Barometer zu Mailand 0,07 par. Lin. niedriger, als das
malbarometer von 14,5 Lin. Durchmesser zu Tübingen.

21) Nach den gehaltreichen Untersuchungen von
NENBERGER und den Erfahrungen von Bessel, deren Ge
noch durch das Zeugnifs von Poggendorff[2] erhöht
welcher an dem trefflichen Pistor'schen Barometer keines
eine constante Gestalt der Quecksilberfläche wahrnahm, i
sie sich vielmehr bald von schöner Wölbung, bald flach
undeutlich in ihren Umrissen zeigte, unterliegt es wohl
nem Zweifel mehr, dafs man die von hartem, wenig Kal
haltendem Glase gewählten Barometerröhren auskochen m
denn ohne dieses Mittel ist die Entfernung von Luft,
sich selbst beim Eingiefsen des Quecksilbers eindrängt,
nicht möglich. Diese Operation hat jedoch bei weiten
ren, deren innerer Durchmesssr 6 par. Lin. übersteigt,
grofse Schwierigkeiten, insbesondere wenn man sie bis
obere Ende der Röhren fortsetzen will. Bohnenberger ko
den untern Theil seiner Röhre in einer Sandcapelle aus, s
dann über den hervorragenden Theil einen kleinen Ofen,
cher in seiner Axe eine aus Draht geflochtene Höhlung h
und kochte so bis ans Ende aus, indem stets bis nahe
Sieden erhitztes Quecksilber nachgegossen wurde. Dieses V
fahren ist gefährlich und auf jeden Fall abschreckend m
sam, aufserdem aber unsicher, insofern das zugegossene, no
Luft enthaltende oder beim Eingiefsen auffangende Queck
ber, sobald es kälter ist, als das in der Röhre befindli
durch sein gröfseres Gewicht sogleich herabsinkt und sich
Sieden entzieht. Das vorgeschlagene Mittel, die zu Gefäfs

1 Kastner's Archiv Bd. VII. S. 74.
2 Dessen Annalen XXVI. 453.

...rn bestimmten Röhren länger zu lassen und erst nach ...Auskochen abzuschneiden, ist zwar ausführbar, hat aber ...grofse Schwierigkeiten; denn einestheils läfst sich eine ..., 6 oder auch nur 3 Lin. weite Röhre überhaupt schwer ...iren, anderntheils springt sie nur selten so glatt ab, ...mit dem Finger die scharfen Ränder verschliefsen ...Oeffnung unter das Quecksilber des Gefäfses bringen ...an ein Verschliefsen mit einer Glasplatte ist aber bei ...gesprengten Röhren gar nicht zu denken, weil sie hier... eben genug sind. Vielleicht wäre es am be... die Röhren vor dem Auskochen am offenen Ende eben ...feilen, um sie mit einer Glasplatte bedeckt unter die ...che des Quecksilbers zu bringen, wobei man wohlthut, ...lichst wenig gegen den Horizont zu neigen und dann ...Glasplatte von oben herab zu drücken, damit die etwa ...enden Luftbläschen nicht in die Röhre gleiten, beim ...aber eine weitere Röhre überzuschieben und die ...mit etwas Asbest so weit zu verschliefsen, dafs das zu ...Höhe in das obere Ende aufsteigende Quecksilber ...durchdringt. Rücksichtlich des Verfahrens beim Ausko... ich noch fortwährend der Meinung, dafs das von ...empfohlene am vortheilhaftesten sey, nämlich die ...haltene Röhre gleichzeitig ihrer ganzen Länge nach ...lichen Hitze auszusetzen, um auf einmal das ge... enthaltene Quecksilber zum Sieden zu bringen. Sehr ...Röhren könnte man, nach dem gelungenen Versuche ...BERGER, im Sande liegend auskochen, was neben... Vortheil gewährt, dafs sie langsamer abkühlen und ...daher leichter die schwindende Masse des Quecksilbers ...neu hinzugegossenes zu ersetzen vermag.

22) Der Mechanicus MAUCH aus Cöln zeigte bei der Ver...ung der Naturforscher und Aerzte zu Bonn der physi...ten Section zwei vorzüglich gut gearbeitete Barometer, ...sich dadurch unterschieden, dafs beide Schenkel, der lan... und der kurze, inwendig so weit, als das Quecksilber mög... Weise steigt und fällt, ausgeschliffen und dann wieder ...waren. Hierdurch soll die Capillarität bedeutend vermin... werden. Die Oberfläche des Quecksilbers zeigten unge... eine gleich grofse convexe Wölbung, als in gewöhnli... Barometern von 2 bis 2,5 Lin. Weite, allein da das

Glas von der Sorte des harten war, so mufste dieses wohl der Fall seyn, und das Mittel verdient vermuthlich pfehlung, weil es dagegen sichert, dafs nicht an ein Stellen eine ungleich starke Capillarität statt findet.

Man hat die Frage aufgeworfen, ob die Quecksilbe pfe im Torricelli'schen Vacuum bei verschiedenen Tem turen einen Einfluss auf den Stand des Barometers au Nach dem, was über die Elasticität des Quecksilberdampfes be ist, mufs man dieses verneinen, denn sie beträgt bei 1 nach Avogadro[1] nur ungefähr 0,01 par. Lin., und aufs versichert James Hudson[2], von Prout gehört zu haben dieser in einem heifsen Sommer sein Barometer durch dampfenden Aether bis zu einer tiefen Temperatur abk ohne einen andern Unterschied wahrzunehmen, als w vom Zusammenziehn des Quecksilbers herrührte. Endlich hauptet Daniell, die Luft dringe zwischen dem Queck und den Wandungen des Glases allmälig in das Torricell Vacuum, und er räth dieses durch einen Ring von P welcher im freien Schenkel oder dem Gefäfse des Baro über dem Rande des Quecksilbers angebracht werden soll vermeiden. Als Beweis für diese Meinung dient ihm, der mittlere Barometerstand nach den Manheimer Ephe den von 1787 bis 1792 geringer ist, als von 1781 bis Allein ein solcher wachsender Fehler aller Barometer w längst entdeckt worden seyn und namentlich findet sich keine davon bei dem bekannten von Herrenschneider, w 32 Jahre zu seinen Beobachtungen gedient hat, auch be Flaugergues[3] aus Beobachtungen von 1809 bis 1826, der mittlere Stand des nämlichen Barometers von 27 11,136 Lin. auf 27 Z. 11,601 Lin. stieg, was er (wohl sch lich mit Recht) von der grofsen Menge der durch Verb nung erzeugten Luft ableitet. Dafs übrigens beim Tragen Barometer und aufserdem durch häufige Oscillationen des Qu silbers leicht etwas Luft eindringen könne, läfst sich we leugnen, noch auch bezweifeln; inzwischen wird dieses, n meiner unmafsgeblichen Ansicht, durch einen solchen Pl Ring eher befördert als gehindert.

1 Ann. Chim. Phys. 1832. Avr. T. XLIX. p. 369.
2 Philos. Trans. 1832. p. 591.
3 Biblioth. univ. T. XXXVI. p. 273.

13) Zu dem, was über *Wasserbarometer* bereits[1] gesagt
en ist, kann noch hinzugesetzt werden, dafs DANIELL[2]
lches sehr zweckmäfsig und mit brittischem Luxus verfertig-
n Locale der Kön. Societät aufhängen liefs, wo es von
bis 1832 auf ähnliche Art beobachtet wurde, als dieses
früher auf der Sternwarte zu Paris durch MARIOTTE[3]
ab, um den Gang desselben mit dem eines Quecksilber-
eters zu vergleichen. Die Röhre wurde oben in eine
verlängert, unten in ein kupfernes Gefäfs gesenkt, wel-
mit Wasser gefüllt war, um dieses zuerst durch Sieden
der enthaltenen Luft zu befreien und dann nach dem
chliefsen des Hahns das heifse Wasser durch den Druck
rzeugten Dämpfe in der Röhre empor zu treiben. Nach-
eine hinlängliche Quantität Wasser aus der Oeffnung det
n obern Röhre ausgelaufen war, wurde diese mit dem
en verschlossen, dem Dampfe unten ein Ausweg geöff-
und als das Wasser tief genug herabgesunken war, ge-
s der Geschicklichkeit NEWMAN's, die obere Röhre mit
Glaslampe zuzuschmelzen. Mit Anwendung der erforder-
n Correctionen für die Ausdehnung des Wassers durch
me und den Einfluss der Capillarattraction ergab eine Ver-
hung mit dem Quecksilberbarometer die Elasticität der in
Torricelli'schen Leere erzeugten Dämpfe, welche durchaus
ine bis 0,125 engl. Zoll im Maximum steigende, im Mit-
157 engl. Zoll betragende Gröfse die durch Ure gefun-
übertraf. Diese Differenz würde verschwinden, wenn
las spec. Gewicht des Quecksilbers = 13,590 statt 13,624
me[4]. Indefs zeigte das Barometer später bedeuten-
richtigkeiten durch allzustarkes Sinken der Wassersäule,
eim Oeffnen des Gefäfses fand sich, dafs in Folge der
nstung des Wassers in demselben und einer Zersetzung
rüber befindlichen Oelschicht Luft in die Röhre gedrun-

---

[1] S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 760.

[2] Phil. Trans. 1832. p. 539. London and Edinb. Philos. Magaz. p. 387.

[3] Mém. de l'Acad. T. I. p. 234.

[4] Das spec. Gew. des Quecksilbers ist = 13 59719 (s. *Gewicht* I. S. 1550.) und es folgt also, dafs die Elasticitäten des Wasser-
s zwischen 58° bis 74° F. durch Ure zu gering angegeben
t.

Digitized by Google

gen seyn mufste[1]. Uebrigens war das Barometer im höc
Grade empfindlich, oscillirte beständig und führte zu dem
tigen Resultate, dafs die regelmäfsigen täglichen Oscillat
denen des Normalbarometers von 0,5 Z. Weite um eine S
vorauseilten, während dieses vor einem gewöhnlichen
meter von 0,15 Z. Weite um ein gleiches Zeitintervall v
war. DANIELL folgert hieraus, dafs Unterschiede in den
stimmungen dieser Perioden auf der verschiedenen Emp
lichkeit der gebrauchten Barometer beruhn, was im Allg
nen wohl keinem Zweifel unterliegt, wenn gleich der in
der Zahl angegebene Unterschied wohl noch einer gena
Bestimmung bedürfte. Ein minder kostbares, aus blech
und gläsernen Röhren zusammengesetztes, oben durch
Hahn verschlossenes und von oben vermittelst eines Tric
zu füllendes Wasserbarometer habe ich im physikalischen
saale zu Edinburg gesehn; vielleicht giebt es deren noch
dere, allein sie können aus leicht begreiflichen Gründen
Quecksilberbarometer nicht ersetzen.

24) In einem eigenen Artikel[2] ist das *Differentialb*
meter beschrieben und durch v. HORNER wegen seiner D
haftigkeit als das einzige Werkzeug empfohlen worden, dessen
sich beim Erklimmen der steilsten Felsenspitzen ohne G
des Zerbrechens bedienen kann. BRANDES[3] dagegen bem
dafs es bei erforderlichen genauen Messungen das eigent
Barometer nicht ersetzen könne und nur für minder g
einige Bequemlichkeit gewähre. Seitdem habe ich mich
diesem Apparate näher bekannt gemacht und kann daher
gendes darüber angeben. Zuvörderst habe ich dem In
mente eine bequemere Einrichtung gegeben. Beide Röhren
finden sich auf der durch Kork angepreſsten, selbst auf ei
hölzernen Halbcylinder ruhenden Scale in einer messing
Röhre, welche nur in der Mitte ganz verschlossen, oben
von einer andern, bis zur Hälfte weggeschnittenen äuſsern R
umgeben ist, unten dagegen sind einander gegenüberste

1 Die Luft war vermuthlich aus dem Wasser entbunden, d
ein Wasserhammer mufs 6 bis 12 Stunden anhaltend ausgekocht
den, wenn das Wasser ganz luftleer seyn und bleiben soll.

2 S. Art. *Differentialbarometer.* Bd. II. S. 526.

3 S. Art. *Höhenmessung.* Bd. V. S. 326.

icher gebohrt, durch welche das Aufsteigen des Queck-
is an einen um die kürzere verschlossene Röhre ge-
aden oder Ring beobachtet werden kann. Auch um
elle ist eine Röhre als Hülse gelegt, wodurch die bei-
her beim Verpacken verschlossen werden. Will man
meter beobachten, so werden beide Hülsen um 180
ngedreht und das Instrument ist so, wie es die Zeich- Fig.
stellt, mit offener Scale und freien Oeffnungen bei a, 263.
Kuppe des Quecksilbers zu beobachten; beim Ver-
ber dreht man die Hülsen wieder zurück und das In-
zeigt sich als überall verschlossene Röhre von nahe
icke. Unten an diese messingne Röhre wird das ei-
äfs n n, m m geschraubt, worin das Quecksilber ver-
ines auf der Schraube s befindlichen Korkes in die
hoben und in die Röhren gepreſst wird. Das für
sport abgeschraubte Gefäfs wird oben mit einer ei-
chraube verschlossen, die messingne Röhre dagegen
messingnen. Noch ist dabei zu bemerken, dafs die
ene Röhre etwas tiefer herabgehn, der sie umgebende
so mit Kitt ausgefüllt seyn mufs, dafs das Quecksilber
e verschlossene kürzere Röhre absperrt und die über
ndliche Luft sämmtlich durch die offene Röhre aus-
s versteht sich dann von selbst, dafs das angegebene

s $\frac{m}{n}$ ein beständiges und so gewählt sey, dafs die

und die aufgetragene Scale den dritten Theil der
Länge des Barometers enthalte, wonach dann die
Barometerhöhe unmittelbar abgelesen wird.

Theorie nach müfste dieses Barometer das Nämliche
ls ein gewöhnliches, abgerechnet dafs es nur den
eil der Genauigkeit haben kann, weil die Scale drei-
ist; allein es kommen einige Bedingungen hinzu,
Fehlergrenze vergröfsern. Zuerst mufs die Höhe
silbersäule in der verschlossenen Röhre sehr genau
werden, weil ein kleiner Unterschied ihrer Länge
utenden des Barometerstandes nach sich zieht. Die-
wird am besten dadurch beseitigt, wenn man die
be Röhre nicht zu kurz macht. Zweitens darf die
r verschlossenen Röhre nicht feucht seyn, weil sonst
pression der eingeschlossenen Luft ein Antheil des

Dampfes niedergeschlagen und dadurch die Barometerh… klein gemessen werden könnte. Es ist daher rathsam, … mit Baumwolle umkleideten Stift von Fischbein in die … schlossene Röhre zu schieben und diese vor dem jedesm… Gebrauche herauszuziehn. Werden alle diese Vorsichtsm… geln angewandt, verläfst sich ferner der Künstler nic… seine Abmessungen der Dimensionen, sondern richtet … Instrument nach einem guten Normalbarometer ab, ver… der Beobachter den Einflufs der wechselnden Temperat… sucht er sich durch einige vorläufige Vergleichungen d… haltenen Gröfsen mit den Eigenthümlichkeiten dieses A… tes vertraut zu machen, so giebt es Resultate von hinre… der Genauigkeit. Allerdings wird dieses Barometer das … liche, ohnehin leichter zu behandelnde und eine min… dreimal kleinere Fehlergrenze zulassende weder ersetzen … viel weniger verdrängen, allein dennoch verdiente … wegen seiner unverwüstlichen Dauerhaftigkeit mehr … brauch zu kommen, da man so oft mit Betrübnifs lie… wegen zerbrochenen Barometers die Beobachtungen ge… fehlen, wo man sie am liebsten angestellt wünschen m…

25) Wollaston[1] hat ein sinnreich construirtes … ment unter dem Namen eines *Differentialbarometers* … gemacht, welches diesen Namen in Wahrheit verdient. … nimmt den hydrostatischen Gesetzen gemäfs an, dafs … rometer in Räumen, die nicht durch luftdichte Wä… einander geschieden sind, einen gleichen Stand haben … weswegen es auch gleichviel ist, ob ein Barometer in … oder in einem andern Zimmer oder auf einem Gange … wenn nur in derselben horizontalen Ebene. Ist jed… Zimmer auf die gewöhnliche Weise verschlossen und … demselben ein Luftzug durch einen Camin, einen W… einen Ventilator u. s. w. statt, so wird der Druck … etwas geringer, ein sehr empfindliches Barometer zeig… bei ruhiger Luft stete Schwankungen, ebenso wie bei W… ein Wasserbarometer würde diese noch stärker und ein … meter von Weingeist in noch höherem Grade zeigen. D…

---

1 Phil. Trans. 1829. p. 133. Daraus in Poggendorff A… 618. und in Edinb. Journ. of Sc. N. XX. p. 354.* (Am letz… ohne Zeichnung.)

Digitized by Google

…e höchst unbequem sind, so lassen sie sich leicht durch …gebene Differentialbarometer ersetzen. Dieses besteht …r wenigstens drei Lin. weiten, heberförmig gebogenen, Fig. 264.
…hrten Glasröhre, jeder Schenkel ungefähr 8 Zoll lang. …den sind in den Boden eines Gefäfses eingekittet, wel… durch eine Scheidewand in zwei Theile getheilt zwei …erte Behälter, jeden von etwa zwei Zoll Durchmesser, …deren einer offen oder mit verschiedenen Oeffnungen …en Zutritte der Luft versehn, der andere dagegen ganz …ssen ist. In diesen letzteren, nahe unter dem obern …, ist eine horizontale, etliche Linien weite Röhre ein…, die nach Umständen verlängert werden kann. Für …brauch wird in die heberförmige Röhre zuerst Wasser, …bis 4 Zoll hoch, gegossen und über dieses Oel bis zu …he, dafs es noch einen Zoll hoch in den Gefäfsen steht, …lich kann man zum genauern Messen eine Scale an…. Wird dann die horizontale Röhre durch eine Thür …e Wand so gesteckt, dafs ihre Oeffnung mit einem …Zimmer oder einem andern Raume in Verbindung steht, …in sich das Gefäfs befindet, z. B. wenn man die Stärke …ftung in Caminen untersuchen will, so wird der stär…Luftdruck das Wasser in der heberförmig gebogenen Röhre …Schenkel niederdrücken, aber nur um eine Gröfse, …fs der höhere Stand des Oels in dem einen Gefäfse …Ueberschufs des Gewichts der Wassersäule über die …lgende des Oels abgiebt. Wenn man dem Wasser …Weingeist zusetzte, so könnte man die letztere Gröfse …Verschwinden nahe bringen oder ganz aufheben, wonach …Apparat einen sehr hohen Grad der Feinheit zuläfst. …ip läfst sich auch auf die Construction des Lind'schen …sers anwenden.

25) Mit wenigen Worten möge noch das sogenannte *Vo…Barometer* erwähnt werden, welches C. Brunner[1] in …g gebracht hat. Dasselbe ist ein *Manometer*, vermit…dem der Luftdruck aus der Ausdehnung eines einge…n Luftvolumens nach dem Mariotte'schen Gesetze ge…werden soll. Inzwischen ist der Apparat schwierig zu …n, und da er dem *Baroskop* von Prechtl und dem

[1] Poggendorff Ann. XXXIV. 30.

Sympiezometer von Adie rücksichtlich der zu erwarte
Genauigkeit nicht gleich kommt, die unvermeidlichen M
des letzteren aber am gehörigen Orte genügend nachgew
worden sind, so wird das vorgeschlagene Barometer bei d
genwärtigen Forderungen der Physik schwerlich unter den
sikalischen Apparaten eine Aufnahme finden.

27) Da sich das Quecksilber durch Wärme ausdeh
erleidet die Länge der Säule desselben im Barometer hier
eine vom Luftdrucke unabhängige Veränderung, welch
vor corrigirt werden mufs, wenn man die Gröfse des
tern genau messen will. Die hierzu erforderliche Corr
mit blofser Rücksicht auf die Ausdehnung des Quecks
ist in einer Tabelle für die metrische Eintheilung der
meterscale und die hunderttheilige des Thermometers ge
Seitdem sind jedoch fast allgemein solche Barometer ein
worden, bei denen die messingne Scale vom einen N
des Quecksilbers bis zum andern reicht und bei denen
die Ausdehnung der Quecksilbersäule durch die der me
nen Scale zum Theil wieder aufgehoben wird. Für
Fall ist angegeben, dafs es genüge, die Correctionsgröf
Quecksilbers um $\frac{1}{10}$ zu vermindern, weil die Ausdehnu
Messings $\frac{1}{9,5}$ der des Quecksilbers beträgt. Inzwisch
dieses nur dann zulässig, wenn die Scale metrisches Mafs
hält, da die Normaltemperatur des Meters bei 0° gen
wurde, ebenso wie diejenige, worauf man das Quecksil
reduciren pflegt. Da aber die Normaltemperatur des al
zösischen Fufses = 13° R. ist, die des englischen aber 5
so mufs das Quecksilber auf 0°, die Scale aber auf 1
oder auf 55° F. reducirt werden, wenn man die eigentl
altfranzösischen oder englischen Linien haben will. Die
rection nämlich für einen Barometerstand = b wird gefu
durch die Formel

$$b.\frac{k(t-T)-k'(t-\vartheta)}{1+k(t-T)},$$

worin T die Temperatur, worauf das Quecksilber re
werden soll, ϑ die Normaltemperatur des gebrauchten M
t die Beobachtungstemperatur, k und k' aber den Coeffici
der Ausdehnung, ersterer des Quecksilbers, letzterer des

ler Scale, bezeichnen. SCHUMACHER[1] hat hiernach Ta-
erechnet, wobei er die Ausdehnung des Quecksilbers
en den beiden festen Puncten des Thermometers
)18018 und des Messings = 0,0018782 setzt und
z[2] hat gleichfalls eine kürzere Tabelle für altfranzösi-
Mafs und eine andere für englisches mitgetheilt. Der
ndigkeit wegen entlehne ich von Ersterem die eine der
den Tabellen im Auszuge[3] und von Letzterem die an-
Die bereits[4] mitgetheilte Tabelle kann auch für mes-
Scalen gebraucht werden, wenn man von der gegebe-
öfse der ertheilten Regel gemäfs ein Zehntel abzieht.
rmalbarometer mit weiten Röhren und einem sehr gro-
efäfse, deren Scale nur des Umfangs weniger Zolle be-
haben in der Regel eine kurze Scale am obern Ende
ates, woran die Röhre befestigt ist, und da man
sdehnung des Holzes durch Wärme als zu gering
lässigen kann, so mufs hierfür die Correction der
ilbersäule ohne Rücksicht auf die Ausdehnung des Mes-
nach der einfachen Formel, wonach die Correction
k(t=T) ist, angewandt werden. Hierfür ist die im
arometer gegebene Tabelle geeignet, wenn die Scale
he Eintheilung hat, und da Beobachtungen solcher
ter nicht selten sind und deren Correction häufig ge-
wird, so füge ich auch für diesen Zweck eine Tabelle
französischem Mafse und Graden der achtzigtheiligen
i, weil sich die Centesimalgrade hierauf leicht redu-
ssen.

r Gebrauch der folgenden Tabellen ist aus ihren Ue-
ften von selbst ersichtlich und so einfach, dafs es kaum
klärung desselben bedarf. Bei der ersten ist die Cor-

---

stronomische Hülfstafeln Th. I. S. 53. Jahrbuch für 1836.

leteorologie Th. II. S. 236.

iese Tabelle für altfranzös. Mafs und Grade nach R. mit
t auf die Ausdehnung der messingnen Scale hat den Umfang
bis 28 Z. 7 L. Beobachtungen über diese Grenzen hinaus
selten vor und in diesen Fällen könnte man die Correction
nach Schätzung aus der Tabelle in sehr genähertem Werthe
ntnehmen.

. Art. *Barometer*.

Digitized by Google

rection theils additiv, theils subtractiv, wie die überschrieben
chen angeben, und die zur Abkürzung hinzugefügten Diffe
für die Zehntheile der Thermometergarde haben stets m
eigentlichen Gröfsen gleichen Werth. Wäre also z. B. d
rometer bei 16° R. = 27 Z. 8 L. beobachtet worden,
nach der Tabelle der corrigirte Stand = 27 Z. 8 L. — 1,
= 27 Z. 6,831 L.; wären aber 27 Z. 6 L. bei 14°,5 beo
worden, so wäre der corrigirte Stand = 27 Z. 6
(1,03 + 5 × 0,0066) = 27 Z. 4,937 Lin. War die
peratur bei diesem nämlichen Stande — 6°,5 R., so
corrigirte Stand 27 Z. 6 L. + (0,299 + 5 × 0,0066) =
6,332 L. Bei der zweiten Tabelle ist die Correction für
unter und über 0° R. der Gröfse nach gleich, dem
nach entgegengesetzt, und zwar additiv für Grade unt
Gefrierpuncte des Wassers und subtractiv für Grade übe
selben, wie die Zeichen andeuten.

ur Reduction der beobachteten Barometerhöhen nach uschem Mafs auf 0° R. mit Rücksicht auf die Ausdehnung der messingnen Scale.

Z.	.1‴	.2‴	.3‴	.4‴	.5‴	.6‴	.7‴	Δ.0°,1
+	+	+	+	+	+	+	+	+
788	.791	.794	.796	.799	.801	.804	.806	.0064
725	.728	.730	.732	.734	.737	.739	.741	.0063
662	.664	.666	.668	.670	.673	.675	.677	.0064
599	.601	.602	.604	.606	.608	.610	.612	.0064
535	.537	.539	.541	.542	.544	.546	.547	.0063
472	.474	.475	.477	.478	.480	.481	.483	.0064
409	.410	.412	.413	.414	.416	.417	.418	.0063
346	.347	.348	.349	.350	.351	.353	.354	.0064
283	.284	.285	.286	.286	.287	.288	.289	.0064
220	.220	.221	.222	.223	.223	.224	.224	.0063
157	.157	.158	.158	.159	.159	.160	.160	.0063
094	.094	.094	.095	.095	.095	.096	.096	.0064
031	.031	.031	.031	.031	.031	.031	.031	—
—	—	—	—	—	—	—	—	.0002
032	.032	.032	.033	.033	.033	.033	.033	.0063
095	.096	.096	.096	.096	.097	.097	.097	.0063
158	.159	.159	.160	.160	.160	.161	.161	.0064
221	.222	.222	.223	.224	.225	.225	.226	.0063
284	.285	.286	.287	.288	.288	.289	.290	.0063
347	.348	.349	.350	.351	.352	.353	.354	.0063
409	.411	.412	.413	.415	.416	.417	.419	.0064
472	.473	.475	.477	.478	.480	.482	.483	.0063
535	.537	.538	.440	.442	.444	.445	.447	.0064
598	.600	.602	.603	.605	.607	.609	.611	.0063
660	.662	.665	.667	.669	.671	.673	.675	.0063
723	.725	.728	.730	.732	.735	.737	.739	.0064
786	.788	.791	.793	.796	.798	.801	.803	.0063
848	.851	.854	.856	.859	.862	.865	.867	.0063
911	.914	.917	.920	.923	.925	.928	.931	.0063
973	.977	.980	.983	.986	.989	.992	.995	.0063
036	1,039	1,043	1,046	1,049	1,052	1,056	1,059	.0063
098	1,102	1,105	1,109	1,112	1,116	1,120	1,123	.0063
161	1,165	1,168	1,172	1,176	1,179	1,183	1,187	.0063
223	1,227	1,231	1,235	1,239	1,243	1,247	1,251	.0063
286	1,290	1,294	1,298	1,302	1,306	1,310	1,315	.0063
348	1,352	1,357	1,361	1,365	1,370	1,374	1,378	.0063
410	1,415	1,419	1,424	1,428	1,433	1,438	1,442	.0063
473	1,477	1,482	1,487	1,492	1,496	1,501	1,506	.0063
535	1,540	1,545	1,550	1,555	1,560	1,565	1,569	.0063
597	1,602	1,608	1,613	1,618	1,623	1,628	1,633	.0063
660	1,665	1,671	1,676	1,681	1,686	1,691	1,697	.0063
723	1,728	1,734	1,739	1,744	1,749	1,754	1,761	

Digitized by Google

Tabelle zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen altfranzösischem Maſs auf 0° R. mit Rücksicht auf die dehnung der messingnen Scale.

R.	26″8‴	.9‴	.10‴	.11‴	27 Z.	.1‴	.2‴	.3‴	Δ.
	+	+	+	+	+	+	+	+	
—14°	.809	.811	.814	.816	.819	.821	.824	.826	.0
—13	.744	.746	.748	.751	.753	.755	.758	.760	.0
—12	.679	.681	.683	.685	.687	.689	.692	.694	.0
—11	.614	.616	.618	.620	.622	.624	.626	.627	.0
—10	.549	.551	.553	.554	.556	.558	.559	.561	.0
— 9	.484	.486	.487	.489	.490	.492	.493	.495	.0
— 8	.420	.421	.422	.424	.425	.426	.427	.429	.0
— 7	.355	.356	.357	.358	.359	.360	.361	.363	.0
— 6	.290	.291	.292	.293	.294	.295	.296	.296	.0
— 5	.225	.226	.227	.227	.228	.229	.230	.230	.0
— 4	.161	.161	.162	.162	.163	.163	.164	.164	.0
— 3	.096	.096	.097	.097	.097	.098	.098	.098	.0
— 2	.031	.031	.032	.032	.032	.032	.032	.032	
	—	—	—	—	—	—	—	—	
— 1	.033	.033	.033	.033	.034	.034	.034	.034	.0
0	.098	.098	.098	.099	.099	.099	.100	.100	.0
1	.162	.163	.163	.164	.164	.165	.165	.166	.0
2	.227	.227	.228	.229	.230	.230	.231	.232	.0
3	.291	.292	.293	.294	.295	.296	.297	.298	.0
4	.356	.357	.358	.359	.360	.361	.362	.363	.0
5	.420	.421	.423	.424	.425	.427	.428	.429	.0
6	.484	.486	.487	.489	.490	.492	.493	.495	.0
7	.549	.550	.552	.554	.556	.557	.559	.561	.0
8	.613	.615	.617	.619	.621	.623	.625	.626	.0
9	.677	.679	.682	.684	.686	.688	.690	.692	.0
10	.742	.744	.746	.749	.751	.753	.755	.758	.0
11	.806	.808	.811	.813	.816	.818	.821	.823	.0
12	.870	.873	.875	.878	.881	.884	.886	.889	.0
13	.934	.937	.940	.943	.946	.949	.952	.955	.0
14	.998	1,001	1,005	1,008	1,011	1,014	1,017	1,020	.0
15	1,062	1,066	1,069	1,072	1,076	1,079	1,082	1,086	.0
16	1,127	1,130	1,134	1,137	1,141	1,144	1,148	1,151	.0
17	1,191	1,194	1,198	1,202	1,205	1,209	1,213	1,217	.0
18	1,255	1,259	1,262	1,266	1,270	1,274	1,278	1,282	.0
19	1,319	1,323	1,327	1,331	1,335	1,339	1,343	1,347	.0
20	1,383	1,387	1,391	1,396	1,400	1,404	1,409	1,412	.0
21	1,447	1,451	1,456	1,460	1,465	1,469	1,474	1,478	.0
22	1,510	1,515	1,520	1,525	1,529	1,534	1,539	1,543	.0
23	1,574	1,579	1,584	1,589	1,594	1,599	1,604	1,609	.0
24	1,638	1,643	1,648	1,654	1,659	1,664	1,669	1,674	.0
25	1,702	1,707	1,712	1,719	1,724	1,729	1,734	1,739	.0
26	1,766	1,771	1,776	1,784	1,789	1,794	1,799	1,804	

lle zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen nach nzösischem Mafs auf 0° R. mit Rücksicht auf die Ausdehnung der messingnen Scale.

27‴4‴	.5‴	.6‴	.7‴	.8‴	.9‴	.10‴	.11‴	Δ.0°,1
+	+	+	+	+	+	+	+	+
.829	.831	.834	.837	.839	.842	.844	.847	.0066
.762	.765	.767	.769	.772	.774	.776	.779	.0066
.696	.698	.700	.702	.704	.706	.709	.711	.0066
.629	.631	.633	.635	.637	.639	.641	.643	.0066
.563	.565	.566	.568	.570	.571	.573	.575	.0066
.496	.498	.499	.501	.502	.504	.506	.507	.0066
.430	.431	.433	.434	.435	.437	.438	.439	.0066
.364	.365	.366	.367	.368	.369	.370	.371	.0066
.297	.298	.299	.300	.301	.302	.303	.304	.0066
.231	.232	.232	.233	.234	.235	.235	.236	.0066
.165	.165	.166	.166	.167	.167	.168	.168	.0066
.098	.099	.099	.099	.100	.100	.100	.101	.0066
.032	.032	.032	.033	.033	.033	.033	.033	.0066
—	—	—	—	—	—	—	—	—
.034	.034	.034	.034	.034	.034	.035	.035	.0002
.100	.100	.101	.101	.101	.102	.102	.102	.0066
.166	.167	.167	.168	.168	.169	.169	.170	.0066
.232	.233	.234	.235	.235	.236	.237	.237	.0066
.298	.299	.300	.301	.302	.303	.304	.305	.0066
.364	.366	.367	.368	.369	.370	.371	.372	.0066
.430	.432	.433	.434	.436	.437	.438	.440	.0066
.496	.498	.499	.501	.503	.504	.506	.507	.0066
.562	.564	.566	.568	.569	.571	.573	.574	.0066
.628	.630	.632	.634	.636	.638	.640	.642	.0066
.694	.696	.698	.701	.703	.705	.707	.709	.0066
.760	.762	.765	.767	.769	.772	.774	.776	.0066
.826	.828	.831	.834	.836	.839	.841	.844	.0066
.892	.894	.897	.900	.903	.905	.908	.911	.0066
.958	.960	.963	.966	.969	.972	.975	.978	.0066
1,023	1,026	1,030	1,033	1,036	1,039	1,042	1,045	.0066
1,089	1,092	1,096	1,099	1,102	1,106	1,109	1,112	.0066
1,155	1,158	1,062	1,165	1,169	1,172	1,176	1,179	.0066
1,220	1,224	1,228	1,232	1,235	1,239	1,243	1,246	.0066
1,286	1,290	1,294	1,298	1,302	1,306	1,310	1,313	.0066
1,352	1,356	1,360	1,364	1,368	1,372	1,376	1,380	.0066
1,417	1,422	1,426	1,430	1,434	1,439	1,443	1,447	.0066
1,483	1,487	1,492	1,496	1,501	1,505	1,510	1,514	.0066
1,548	1,553	1,558	1,562	1,567	1,572	1,577	1,581	.0066
1,614	1,619	1,624	1,628	1,633	1,638	1,643	1,648	.0066
1,679	1,684	1,689	1,695	1,700	1,705	1,710	1,715	.0066
1,744	1,749	1,754	1,760	1,766	1,771	1,776	1,781	.0066
1,809	1,814	1,819	1,826	1,832	1,837	1,842	1,847	

Digitized by Google

Tabelle zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen
altfranzösischem Maſs auf 0° R. mit Rücksicht auf die
dehnung der messingnen Scale.

R.	28 Z.	.1‴	.2‴	.3‴	.4‴	.5‴	.6‴	.7‴	Δ
	+	+	+	+	+	+	+	+	+
—14°	.849	.851	.854	.857	.859	.862	.864	.867	.00
—13	.781	.783	.786	.788	.790	.793	.795	.797	.00
—12	.713	.715	.717	.719	.721	.723	.726	.728	.00
—11	.645	.647	.649	.650	.652	.654	.656	.658	.00
—10	.577	.578	.580	.582	.583	.585	.587	.589	.00
— 9	.509	.510	.512	.513	.515	.516	.518	.519	.00
— 8	.441	.442	.443	.444	.446	.447	.448	.450	.00
— 7	.373	.374	.375	.376	.377	.378	.379	.380	.00
— 6	.305	.305	.306	.307	.308	.309	.310	.311	.00
— 5	.237	.237	.238	.239	.239	.240	.241	.242	.00
— 4	.169	.169	.170	.170	.171	.171	.172	.172	.00
— 3	.101	.101	.101	.102	.102	.102	.103	.103	.00
— 2	.033	.033	.033	.033	.033	.034	.034	.034	.00
	—	—	—	—	—	—	—	—	
— 1	.035	.035	.035	.035	.035	.035	.035	.035	.00
0	.103	.103	.103	.103	.104	.104	.104	.105	.00
1	.170	.171	.171	.172	.172	.173	.173	.174	.00
2	.238	.239	.239	.240	.241	.242	.242	.243	.00
3	.306	.307	.308	.308	.309	.310	.311	.312	.00
4	.373	.374	.376	.377	.378	.379	.380	.381	.00
5	.441	.442	.444	.445	.446	.448	.449	.450	.00
6	.509	.510	.512	.513	.515	.516	.518	.519	.00
7	.576	.578	.580	.581	.583	.585	.586	.588	.00
8	.644	.646	.648	.649	.651	.653	.655	.657	.00
9	.711	.713	.715	.718	.720	.722	.724	.726	.00
10	.779	.781	.783	.786	.788	.790	.793	.795	.00
11	.846	.849	.851	.854	.856	.859	.861	.864	.00
12	.914	.916	.919	.922	.924	.927	.930	.933	.00
13	.981	.984	.987	.990	.993	.996	.998	1,001	.00
14	1,048	1,051	1,055	1,058	1,061	1,064	1,067	1,070	.00
15	1,116	1,119	1,122	1,126	1,129	1,132	1,136	1,139	.00
16	1,183	1,186	1,190	1,193	1,197	1,200	1,204	1,208	.00
17	1,250	1,254	1,258	1,261	1,265	1,269	1,272	1,276	.00
18	1,317	1,321	1,325	1,329	1,333	1,337	1,341	1,345	.00
19	1,385	1,389	1,393	1,397	1,401	1,405	1,409	1,413	.00
20	1,452	1,456	1,460	1,465	1,469	1,473	1,478	1,482	.00
21	1,519	1,523	1,528	1,532	1,537	1,541	1,546	1,551	.00
22	1,586	1,591	1,595	1,600	1,605	1,610	1,614	1,619	.00
23	1,653	1,658	1,663	1,668	1,673	1,678	1,683	1,688	.00
24	1,720	1,725	1,730	1,735	1,741	1,746	1,751	1,756	.00
25	1,787	1,792	1,797	1,802	1,809	1,814	1,819	1,824	.00
26	1,854	1,859	1,864	1,870	1,876	1,882	1,887	1,892	

zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen auf ohne Rücksicht auf die Ausdehnung der Scale; Correction in Linien.

1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
+	+	+	+	+	+	+	+	+
−	−	−	−	−	−	−	−	−
.070	.140	.210	.281	.351	.421	.491	.562	.632
.070	.140	.211	.282	.352	.423	.493	.564	.634
.070	.141	.212	.283	.353	.424	.495	.566	.636
.071	.142	.213	.284	.355	.426	.497	.568	.638
.071	.142	.214	.285	.356	.427	.498	.569	.640
.071	.143	.214	.286	.357	.428	.500	.571	.642
.072	.143	.215	.286	.358	.430	.501	.573	.644
.072	.144	.215	.287	.359	.431	.503	.574	.646
.072	.144	.216	.288	.360	.432	.505	.576	.648
.072	.144	.217	.289	.361	.434	.506	.578	.650
.073	.145	.218	.290	.363	.435	.508	.580	.652
.073	.145	.218	.291	.364	.436	.509	.582	.654
.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	
.073	.146	.219	.292	.365	.438	.511	.584	.656
.073	.146	.220	.293	.366	.439	.512	.586	.658
.073	.147	.220	.294	.367	.440	.514	.587	.660
.074	.147	.221	.295	.368	.441	.515	.589	.662
.074	.148	.222	.295	.369	.443	.517	.591	.664
.074	.148	.222	.296	.370	.445	.519	.593	.666
.074	.148	.223	.297	.372	.446	.520	.595	.668
.074	.149	.224	.298	.373	.447	.522	.596	.670
.074	.149	.224	.299	.374	.449	.523	.598	.672
.075	.150	.225	.300	.375	.450	.525	.600	.675
.075	.150	.226	.301	.376	.451	.527	.602	.677
.075	.151	.226	.302	.377	.453	.528	.604	.679
.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	
.076	.151	.227	.303	.378	.454	.530	.605	.681
.076	.152	.228	.304	.379	.455	.531	.607	.683
.076	.152	.228	.305	.381	.457	.533	.609	.685
.076	.153	.229	.305	.382	.458	.534	.611	.687
.076	.153	.230	.306	.383	.459	.536	.613	.689
.076	.154	.230	.307	.384	.461	.538	.614	.691
.077	.154	.231	.308	.385	.462	.539	.616	.693
.078	.155	.232	.309	.386	.464	.541	.618	.695
.078	.155	.232	.309	.388	.465	.542	.619	.697
.078	.156	.233	.310	.389	.466	.544	.620	.699
.078	.156	.234	.311	.390	.468	.545	.622	.701
.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	

Digitized by Google

Tabelle zur Reduction der beobachteten Barometerhöhe
0° R. ohne Rücksicht auf die Ausdehnung der Scale;
rection in Linien.

b	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	1
	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	− +	
26″	.703	.772	.843	.913	.984	1,054	1,124	1,194	1,2
1‴	.705	.775	.845	.916	.987	1,057	1,128	1,198	1,2
2‴	.707	.778	.849	.919	.990	1,061	1,131	1,202	1,2
3‴	.709	.780	.851	.922	.992	1,064	1,135	1,206	1,2
4‴	.712	.783	.854	.925	.996	1,067	1,138	1,210	1,2
5‴	.714	.785	.857	.928	.999	1,071	1,142	1,214	1,2
6‴	.716	.789	.859	.931	1,002	1,074	1,146	1,217	1,2
7‴	.718	.790	.862	.934	1,006	1,077	1,150	1,221	1,2
8‴	.720	.792	.865	.937	1,009	1,081	1,153	1,225	1,2
9‴	.723	.795	.867	.940	1,012	1,084	1,156	1,229	1,3
10‴	.725	.798	.870	.943	1,015	1,088	1,160	1,233	1,3
11‴	.727	.800	.873	.947	1,018	1,091	1,163	1,237	1,3
Δ0°,1	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.007

27″	.730	.803	.876	.949	1,021	1,094	1,168	1,240	1,3
1‴	.732	.805	.878	.952	1,025	1,098	1,171	1,244	1,3
2‴	.734	.808	.881	.955	1,028	1,101	1,174	1,249	1,3
3‴	.736	.810	.884	.957	1,031	1,104	1,178	1,252	1,3
4‴	.739	.813	.886	.960	1,034	1,108	1,182	1,256	1,3
5‴	.741	.815	.889	.963	1,037	1,111	1,185	1,260	1,3
6‴	.743	.818	.892	.966	1,040	1,115	1,189	1,263	1,3
7‴	.745	.820	.895	.969	1,043	1,118	1,192	1,269	1,3
8‴	.748	.823	.897	.972	1,046	1,121	1,196	1,271	1,3
9‴	.750	.825	.900	.975	1,050	1,125	1,200	1,275	1,3
10‴	.752	.827	.903	.978	1,053	1,128	1,203	1,279	1,3
11‴	.754	.830	.905	.981	1,056	1,131	1,207	1,283	1,3
Δ0°,1	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	

28″	.758	.832	.908	.984	1,059	1,135	1,211	1,287	1,36
1‴	.759	.835	.911	.987	1,062	1,138	1,214	1,290	1,36
2‴	.761	.837	.914	.990	1,065	1,142	1,218	1,294	1,37
3‴	.764	.840	.916	.993	1,069	1,145	1,221	1,298	1,37
4‴	.766	.842	.919	.996	1,072	1,149	1,225	1,301	1,37
5‴	.768	.845	.922	.999	1,075	1,152	1,228	1,305	1,38
6‴	.770	.847	.924	1,002	1,078	1,155	1,232	1,309	1,38
7‴	.773	.850	.927	1,006	1,082	1,159	1,236	1,313	1,39
8‴	.775	.852	.930	1,009	1,086	1,162	1,240	1,317	1,39
9‴	.778	.855	.932	1,012	1,090	1,166	1,244	1,321	1,39
10‴	.780	.858	.935	1,015	1,094	1,170	1,248	1,325	1,40
Δ0°,1	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	

» zur Reduction der beobachteten Barometerhöhen auf ohne Rücksicht auf die Ausdehnung der Scale; Correction in Linien.

19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°
+	+	+	+	+	+	+	+	+
−	−	−	−	−	−	−	−	−
1,335	1,405	1,475	1,546	1,616	1,686	1,756	1,827	1,898
1,339	1,410	1,480	1,551	1,621	1,692	1,762	1,833	1,904
1,344	1,414	1,485	1,555	1,626	1,697	1,768	1,839	1,910
1,348	1,418	1,490	1,560	1,631	1,702	1,773	1,844	1,915
1,352	1,423	1,494	1,565	1,637	1,708	1,779	1,850	1,921
1,357	1,428	1,499	1,571	1,642	1,713	1,785	1,856	1,927
1,361	1,432	1,504	1,576	1,647	1,719	1,790	1,862	1,934
1,365	1,437	1,509	1,581	1,652	1,725	1,796	1,868	1,940
1,369	1,441	1,513	1,585	1,657	1,729	1,802	1,874	1,946
1,373	1,446	1,518	1,590	1,663	1,735	1,807	1,880	1,952
1,378	1,450	1,523	1,595	1,668	1,740	1,813	1,885	1,958
1,382	1,455	1,528	1,600	1,673	1,746	1,818	1,891	1,964
.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	.0072	
1,386	1,459	1,532	1,605	1,678	1,751	1,824	1,897	1,970
1,391	1,464	1,537	1,610	1,683	1,757	1,830	1,903	1,976
1,395	1,468	1,542	1,615	1,688	1,762	1,835	1,909	1,982
1,399	1,473	1,546	1,620	1,693	1,767	1,841	1,915	1,988
1,403	1,478	1,551	1,625	1,699	1,773	1,847	1,920	1,993
1,407	1,482	1,556	1,630	1,704	1,779	1,852	1,926	1,999
1,412	1,486	1,561	1,635	1,709	1,784	1,858	1,932	2,006
1,416	1,491	1,565	1,640	1,714	1,789	1,863	1,938	2,011
1,420	1,495	1,570	1,645	1,719	1,794	1,869	1,944	2,018
1,425	1,500	1,575	1,650	1,725	1,800	1,875	1,950	2,025
1,429	1,504	1,580	1,655	1,730	1,805	1,880	1,956	2,032
1,433	1,509	1,584	1,660	1,735	1,810	1,886	1,962	2,038
.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	.0074	
1,438	1,513	1,589	1,665	1,740	1,816	1,892	1,967	2,043
1,442	1,518	1,594	1,670	1,745	1,821	1,897	1,973	2,049
1,446	1,522	1,599	1,675	1,751	1,827	1,903	1,980	2,055
1,450	1,527	1,604	1,680	1,756	1,832	1,909	1,985	2,061
1,455	1,531	1,608	1,684	1,761	1,838	1,915	1,991	2,067
1,459	1,536	1,613	1,689	1,766	1,843	1,920	1,997	2,073
1,463	1,540	1,617	1,694	1,771	1,848	1,925	2,002	2,079
1,467	1,545	1,622	1,700	1,777	1,854	1,931	2,008	2,085
1,471	1,549	1,627	1,705	1,782	1,859	1,937	2,014	2,091
1,476	1,554	1,631	1,710	1,788	1,865	1,942	2,019	2,097
1,480	1,558	1,636	1,715	1,793	1,871	1,948	2,024	2,103
.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	.0076	

Digitized by Google

Tabelle zur Reduction des nach englischen Zollen beobach
sicht auf die Ausde

F	26″,5	27″	27″,5	28″	28″,5
0°	+0″,0694	+0″,0708	+0″,0721	+0″,0734	+0″,074
1	.0671	.0683	.0696	.0709	.072
2	.0647	.0659	.0671	.0683	.069
3	.0623	.0635	.0647	.0658	.067
4	.0599	.0611	.0622	.0633	.064
5	.0575	.0586	.0597	.0608	.061
6	.0552	.0562	.0572	.0583	.059
7	.0528	.0538	.0548	.0558	.056
8	.0504	.0513	.0523	.0532	.053
9	.0480	.0489	.0498	.0507	.051
10	.0456	.0465	.0474	.0482	.048
11	.0433	.0441	.0449	.0457	.046
12	.0409	.0416	.0424	.0432	.043
13	.0385	.0392	.0399	.0407	.041
14	.0361	.0368	.0375	.0382	.038
15	.0337	.0344	.0350	.0356	.036
16	.0314	.0319	.0325	.0331	.033
17	.0290	.0295	.0301	.0306	.031
18	.0266	.0270	.0276	.0281	.028
19	.0242	.0247	.0251	.0256	.026
20	.0218	.0222	.0226	.0231	.023
21	.0194	.0198	.0202	.0205	.021
22	.0171	.0174	.0177	.0180	.018
23	.0147	.0150	.0152	.0155	.016
24	.0123	.0125	.0128	.0130	.013
25	.0099	.0101	.0103	.0105	.011
26	.0075	.0077	.0078	.0080	.008
27	.0052	.0053	.0058	.0054	.005
28	.0028	.0028	.0029	.0029	.003
29	.0004	.0004	.0004	.0004	.000
30	— .0020	— .0020	— .0021	— .0021	— .002
31	.0044	.0045	.0045	.0046	.004
32	.0067	.0069	.0070	.0071	.007
33	.0091	.0093	.0095	.0097	.009
34	.0115	.0117	.0120	.0122	.012
35	.0139	.0142	.0144	.0147	.014
36	.0163	.0166	.0169	.0172	.017
37	.0186	.0190	.0194	.0197	.020
38	.0210	.0214	.0218	.0222	.022
39	.0234	.0239	.0243	.0247	.025
40	.0258	.0263	.0268	.0273	.027

eterstandes auf den Gefrierpunct des Wassers mit Rück-
essingnen Scale.

26″,5	27″	27″,5	28″	28″,5
—0″,0282	—0″,0287	—0″,0292	—0″,0298	—0″,0303
.0306	.0311	.0317	.0323	.0329
.0329	.0335	.0342	.0348	.0354
.0353	.0360	.0367	.0373	.0380
.0377	.0384	.0391	.0398	.0406
.0401	.0408	.0416	.0424	.0431
.0425	.0432	.0441	.0449	.0457
.0448	.0457	.0465	.0474	.0482
.0472	.0481	.0490	.0499	.0508
.0496	.0505	.0515	.0524	.0534
.0520	.0529	.0540	.0549	.0559
.0544	.0554	.0564	.0575	.0585
.0567	.0578	.0589	.0600	.0610
.0591	.0602	.0614	.0625	.0636
.0615	.0627	.0638	.0650	.0662
.0639	.0651	.0663	.0675	.0687
.0663	.0675	.0688	.0700	.0713
.0686	.0699	.0713	.0725	.0739
.0710	.0724	.0737	.0751	.0764
.0734	.0748	.0762	.0776	.0790
.0758	.0772	.0787	.0801	.0815
.0782	.0796	.0811	.0826	.0841
.0806	.0821	.0836	.0851	.0867
.0829	.0845	.0861	.0876	.0892
.0858	.0869	.0885	.0902	.0918
.0877	.0893	.0910	.0927	.0943
.0901	.0918	.0935	.0952	.0969
.0925	.0942	.0960	.0977	.0995
.0948	.0966	.0984	.1002	.1020
.0972	.0990	.1009	.1027	.1046
.0996	.1015	.1034	.1053	.1071
.1020	.1039	.1058	.1078	.1097
.1044	.1063	.1083	.1103	.1122
.1067	.1087	.1108	.1128	.1148
.1091	.1112	.1133	.1158	.1174
.1115	.1136	.1157	.1178	.1196
.1139	.1160	.1182	.1204	.1225
.1163	.1185	.1207	.1229	.1251
.1187	.1209	.1231	.1254	.1276
.1210	.1233	.1256	.1279	.1302
.1234	.1257	.1281	.1304	.1328
.1258	.1282	.1305	.1329	.1353

Digitized by Google

Tabelle zur Reduction des nach englischen Zollen beobachte
sicht auf die Ausdeh

F	29″	29″,5	30″	30″,5	31″
0°	+0″,0760	+0″,0773	+0″,0786	+0″,0799	+0″,08
1	.0734	.0747	.0759	.0772	.07
2	.0708	.0720	.0732	.0744	.07
3	.0682	.0694	.0705	.0717	.07
4	.0656	.0667	.0678	.0690	.07
5	.0630	.0641	.0651	.0662	.06
6	.0604	.0614	.0624	.0635	.06
7	.0578	.0587	.0598	.0608	.06
8	.0552	.0561	.0571	.0580	.05
9	.0526	.0534	.0544	.0553	.05
10	.0499	.0508	.0517	.0525	.05
11	.0473	.0481	.0490	.0498	.05
12	.0447	.0455	.0463	.0470	.04
13	.0421	.0428	.0436	.0443	.04
14	.0392	.0402	.0409	.0416	.04
15	.0369	.0375	.0382	.0388	.03
16	.0343	.0349	.0355	.0361	.03
17	.0317	.0322	.0328	.0333	.03
18	.0291	.0296	.0301	.0306	.03
19	.0265	.0269	.0274	.0279	.02
20	.0239	.0243	.0247	.0251	.02
21	.0213	.0216	.0220	.0224	.02
22	.0187	.0190	.0193	.0196	.02
23	.0161	.0163	.0166	.0169	.01
24	.0135	.0137	.0139	.0142	.01
25	.0109	.0110	.0112	.0114	.01
26	.0083	.0084	.0085	.0087	.00
27	.0056	.0057	.0058	.0059	.00
28	.0031	.0031	.0031	.0032	.00
29	.0004	.0004	.0005	.0005	.00
30	—.0022	—.0022	—.0022	—.0028	—.00
31	.0048	.0049	.0049	.0050	.00
32	.0074	.0075	.0076	.0078	.00
33	.0100	.0102	.0103	.0105	.01
34	.0126	.0128	.0130	.0132	.01
35	.0152	.0155	.0157	.0160	.01
36	.0178	.0181	.0184	.0187	.01
37	.0204	.0208	.0211	.0215	.02
38	.0230	.0234	.0238	.0242	.02
39	.0256	.0261	.0265	.0269	.02
40	.0282	.0287	.0292	.0297	.03

Digitized by Google

terstandes auf den Gefrierpunct des Wassers mit Rück-
ssingnen Scale.

29″	29″,5	30″	30″,5	31″
—0″,0308	—0″,0314	—0″,0319	—0″,0324	—0″,0329
.0334	.0340	.0346	.0352	.0357
.0360	.0367	.0373	.0379	.0385
.0386	.0393	.0400	.0406	.0413
.0413	.0420	.0427	.0434	.0441
.0438	.0446	.0454	.0461	.0469
.0464	.0473	.0481	.0489	.0497
.0490	.0499	.0508	.0516	.0524
.0517	.0526	.0535	.0543	.0552
.0543	.0552	.0562	.0571	.0580
.0569	.0579	.0588	.0598	.0608
.0595	.0605	.0615	.0626	.0636
.0621	.0632	.0642	.0653	.0664
.0647	.0658	.0669	0680	.0692
.0673	.0685	.0696	.0708	.0719
.0699	.0712	.0723	.0736	.0747
.0725	.0738	.0750	.0763	.0775
.0751	.0765	.0777	.0790	.0803
.0778	.0791	.0804	.0817	.0831
.0804	.0818	.0831	.0845	.0859
.0830	.0844	.0858	.0872	.0886
.0856	.0871	.0885	.0900	.0914
.0882	.0897	.0912	.0927	.0942
.0908	.0924	.0939	.0954	.0970
.0934	.0950	.0966	.0982	.0998
.0960	.0977	.0993	.1009	.1026
.0986	.1003	.1020	.1037	.1054
.1012	.1030	.1047	.1064	.1081
.1038	.1056	.1074	.1091	.1109
.1064	.1083	.1101	.1119	.1137
.1090	.1109	.1127	.1146	.1165
.1116	.1136	.1154	.1174	.1193
.1142	.1162	.1181	.1201	.1221
.1168	.1189	.1208	.1228	.1249
.1194	.1215	.1235	.1256	.1276
.1220	.1242	.1262	.1283	.1304
.1246	.1268	.1289	.1311	.1332
.1272	.1295	.1316	.1338	.1360
.1298	.1321	.1348	.1365	.1388
.1325	.1348	.1370	.1393	.1416
.1351	.1374	.1397	.1420	.1448
.1377	.1400	.1424	.1448	.1471

Digitized by Google

28) Es war bereits oben[1] von den *regelmäfsigen chen Oscillationen* die Rede, die man damals sehr allg auch unter höhern Breiten, wahrnahm. Seitdem ist Problem vielseitig behandelt worden und vorzüglich hat K sowohl die Thatsache selbst als auch die Ursache derselb ner tiefer eingehenden Untersuchung unterworfen[2], wes ich das Wesentlichste als Ergänzung hier hinzuzufügen versäume.

Nach Angabe der französischen Akademiker, welc peruanische Gradmessung vollführten, galt bisher Gon den Entdecker dieser periodischen Schwankungen, allein B STER[3] hat aufgefunden, dafs Dr. BEALE[4] schon 1666 de hern Stand des Barometers am Morgen und Abend bem und schwerlich dürfte eine frühere Beobachtung dieses nomens vorkommen. Zuerst fiel dasselbe unter niedern ten auf, wo der Barometerstand fast stationär ist und diese in längerer Zeit oft einzige Veränderung der Be tung kaum entgehn kann. Nach v. HUMBOLDT[5] nahm her auch VARIN, DES HAYES und DE GLOS 1682 zu wahr, dafs das Barometer um Mittag etwa 2 bis 4 Lin. der Pater BEZE machte die nämliche Entdeckung im 1690 zu Batavia und Pondichery, BOUDIER im Jahre 17 Chandernagor in Indien, ein unbekannter holländischer achter aber entdeckte schon 1722 zu Surinam den Wech beiden Maxima und Minima binnen 24 Stunden, dere rioden er ziemlich genau angiebt. Zu den bereits ang nen spätern Beobachtern gehören ferner noch THIBAU CHANVALLON 1751 auf Martinique, MUTIS 1761 zu S de Bogota und TRAIL[6] 1785 zu Calcutta; vorzüglich w doch AL. v. HUMBOLDT der erste, welcher die Aufmer

---

1 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 921.

2 Schweigg. Journ. N. R. Th. XVII. S. 137. XXI. S. Meteorologie Th. II. S. 245 ff.

3 Edinb. Journ. of Sc. N. IV. p. 336.

4 Phil. Trans. N. IX. p. 153.

5 Voyages. T. X. p. 363. Im Auszuge in Edinb. Journ. N. VIII. p. 290. Ausführlich von KÄMTZ in Schweigg. Journ. Th. S. 459. Dessen Meteorologie Th. II. S. 244.

6 Asiat. Reas. Calcutta 1790. T. II. p. 442. bei Kämtz II. 247.

er Physiker auf dieses merkwürdige Phänomen richtete olche Beobachtungen sowohl selbst anstellte, als auch äste, wodurch das demselben zum Grunde liegende Geufgefunden werden kann. Die Sache ist nämlich so all- und der Unterschied der Barometerstände so auffal- dafs das Vorhandenseyn desselben bald erkannt werden wenn man die Resultate der während einer längern Zeit rschiedenen Tageszeiten gemachten Beobachtungen mit er vergleicht. Soll jedoch die Zeit der Maxima und n oder sollen die *Wendestunden* (*heures tropiques*), Humboldt sie nennt, genau aufgefunden werden, so nhaltende stündliche Beobachtungen erforderlich, die an hon beschwerlich fallen und noch mehr, wenn sie auch cht hindurch fortgesetzt werden. Die zu diesem Progehörigen Beobachtungen zerfallen daher in zwei Clasnerst diejenigen, aus denen blofs im Allgemeinen eine ität hervorgeht, und zweitens diejenigen, aus denen fse und die Gesetze dieser Schwankungen sich auffinssen.

9) Aufser den bereits erwähnten Gelehrten, welche das sche Schwanken des Barometers beobachtet haben, könch genannt werden Parrot[1], welcher während seines gen Aufenthalts zu Mailand wahrnahm, dafs das Baroon Morgens 6 Uhr bis 11 Uhr um 1,18 Millim. steige, Uhr wieder falle, gegen Mitternacht wieder steige und hr Morgens wieder falle. Rivero[2] beobachtete das er zu Callao vier Tage hindurch stündlich im Juni wodurch er unverkennbar zwei Maxima und zwei Miffand, das erste Minimum um 4^h von — 0,69 Lin., ite um 15^h von — 0,44 par. Lin., die beiden Maxigen um 10^h und 22^h, jenes von + 0,05, dieses von par. Lin., wonach also der Unterschied des erstern ten ist. Auch zu Arequipa unter 16° 19′ S. Br. fand [3] auf einer Höhe von 7225 par. F., dafs das Baromechen 8 und 10 Uhr Morgens und zwischen 9 bis 11

---

eise in den Pyrenäen im J. 1817. S. 199.
tronomische und hypsometrische Grundlagen der Erdbeg von Jabbo Oltmanns. Stuttg. 1831. 8. S. 76.
bend. S. 87.

Uhr Abends bürgerliche Zeit ein Maximum, dagegen
Uhr Nachmittags und Morgens ein Minimum zeigte.

30) Ungleich wichtiger sind diejenigen Beobachtu
hen, welche längere Zeit fortgesetzt und an mehrern S
des Tages angestellt ein Mittel abgeben, sowohl die Z
Maxima und Minima, als auch die Gröfse der Unter
genauer aufzufinden, um dann von diesen sichern Tha
auf die bedingenden Ursachen zu schliefsen. Man wei
mit hinlänglicher Gewifsheit, dafs die beiden Maxima
fähr auf Morgens und Abends um 9 Uhr, die beiden
dagegen auf etwa 3 Uhr Nachmittags und Nachts fallen
stens werden daher die Beobachtungen in diesen Stund
Weglassung der Nacht angestellt und auf diese Weise
man ohne Weiteres die Ueberzeugung, ob sich die S
kungen an dem Beobachtungsorte zeigen, und mindest
nähernd auch die Gröfse derselben. Ein genaueres Res
jedoch durch Hülfe der Rechnung zu erhalten. An de
sten, wo nicht an allen Orten zeigt nämlich das Ba
auch unregelmäfsige Schwankungen und zwar in der
gröfsere, als die regelmäfsigen, so dafs diese letztern
erstern verschwinden müssen. Nimmt man dagegen v
gleichen Tagesstunden gehörige Beobachtungen zusamm
gleichen sich die unregelmäfsigen Oscillationen aus u
regelmäfsigen kommen zum Vorschein. Fehlen einige
achtungsstunden, so lassen sich die diesen zugehörige
fsen durch eine einfache Interpolation in genähertem
finden, wenn man die Differenz der an zwei Stunden
achteten Barometerstände auf die zwischenliegenden S
vertheilt, jedoch darf das Intervall nicht über die Z
eines Wechsels des Maximums und Minimums hina
Es giebt jedoch eine allgemeine Interpolationsmethode,
deswegen so werthvoll ist, weil auch bei der gröfsten
falt eines Beobachters während der Nacht die Beobach
ausfallen müssen und mindestens nicht eine längere Z
durch angestellt werden können, da man weifs, welche
opferung es den beiden Gelehrten v. Horner und v. L
dorf kostete, auf der Krusenstern'schen Entdeckungsrei
che Beobachtungen anzustellen. Ist aber einmal dur

1 Vergl. §. 28.

ng ausgemacht, dafs die Barometerhöhen binnen 24 Stun-
zwei Maxima und zwei Minima durchlaufen, so fallen
dem Wechsel der Sinus eines ganzen Kreises zusam-
und wenn man daher die Tagesstunden als Abscissen
ihnen zugehörigen Barometerstände als Ordinaten be-
, so bildet die durch die Endpuncte der letzteren ge-
Linie eine Curve, welche den mittlern Barometerstand
Tagesstunde und diesemnach auch die Zeit und Gröfse
gelmäfsigen Oscillationen mit Sicherheit angiebt. Bou-
wandte diese Methode an, um den Einfluss des Mon-
das Barometer aus den pariser Beobachtungen aufzu-
, wie später gezeigt werden soll, Hällström[1] aber ent-
dieselbe aus einer ähnlichen von Bessel[2], nannte die
linea sinuum und wandte sie an, um aus eigenen und
Beobachtungen die Zeit und Gröfse der periodischen
nen aufzufinden. Letzteres ist später durch Kämtz
em Umfange geschehn, auch hat Carlini[3] eine ele-
und sehr ausführliche Darstellung dieses Problems gege-
. wird hier genügen, eine kurze Uebersicht davon mit-
m. Nennt man B m den Barometerstand zu einer be-
n Zeit = m des Tags, und B den mittleren Barome-
, so ist

$$B_m = B + u \text{ Sin. } (m \cdot \frac{2\pi}{n} + \nu) + u' \text{ Sin. } (m \frac{4\pi}{n} + \nu'),$$

n die Anzahl der Beobachtungsstunden während eines
, u und u' beständige Coefficienten, ν und ν' Winkel
nen, die aus den Beobachtungen entnommen werden.
t wird nach Sitte der Astronomen vom Mittage an ge-
, und π bezeichnet den halben Bogen von 180°. Da
obachtungsstunden 24 sind, so verwandelt sich die For-
n folgende:

$$B_m = B + u \text{ Sin. } (m \cdot 15° + \nu) + u' \text{ Sin. } (m \cdot 30° + \nu').$$

aus den Beobachtungen die Werthe für u und u', ν und
nach der Methode der kleinsten Quadrate zu finden, be-

[1] Kongl. Vetensk. Acad. Handling. 1826. St. 1. Daraus in Pogg. Ann. VIII. 131.
[2] Astronomische Beobachtungen Th. I. S. X.
[3] Mem. della Soc. Ital. delle Sc. T. X. Wiener Zeitschr. Th. V.

Digitized by Google

zeichne man durch die römischen Zahlen 0, I, II, III... vom Mittag an um 0, 1, 2, 3... Uhr beobachteten Barometerstände und formire dann die Gleichungen

$$12\,u\,\mathrm{Sin.}\,\nu = \begin{cases} (\mathrm{I} - \mathrm{XI} - \mathrm{XIII} + \mathrm{XXIII})\ \mathrm{Cos.}\ 15^\circ \\ (\mathrm{II} - \mathrm{X} - \mathrm{XIV} + \mathrm{XXII})\ \mathrm{Cos.}\ 30^\circ \\ (\mathrm{III} - \mathrm{IX} - \mathrm{XV} + \mathrm{XXI})\ \mathrm{Cos.}\ 45^\circ \\ (\mathrm{IV} - \mathrm{VIII} - \mathrm{XVI} + \mathrm{XX})\ \mathrm{Cos.}\ 60^\circ \\ (\mathrm{V} - \mathrm{VII} - \mathrm{XVII} + \mathrm{XIX})\ \mathrm{Cos.}\ 75^\circ \\ 0 - \mathrm{XII} \end{cases}$$

$$12\,u\,\mathrm{Cos.}\,\nu = \begin{cases} (\mathrm{I} + \mathrm{XI} - \mathrm{XIII} - \mathrm{XXIII})\ \mathrm{Sin.}\ 15^\circ \\ (\mathrm{II} + \mathrm{X} - \mathrm{XIV} - \mathrm{XXII})\ \mathrm{Sin.}\ 30^\circ \\ (\mathrm{III} + \mathrm{IX} - \mathrm{XV} - \mathrm{XXI})\ \mathrm{Sin.}\ 45^\circ \\ (\mathrm{IV} + \mathrm{VIII} - \mathrm{XVI} - \mathrm{XX})\ \mathrm{Sin.}\ 60^\circ \\ (\mathrm{V} + \mathrm{VII} - \mathrm{XVII} - \mathrm{XIX})\ \mathrm{Sin.}\ 75^\circ \\ \mathrm{VI} - \mathrm{XVIII} \end{cases}$$

$$12\,u'\,\mathrm{Sin.}\,\nu' = \begin{cases} \left.\begin{matrix} \mathrm{I} - \mathrm{V} - \mathrm{VII} + \mathrm{XI} \\ \mathrm{XIII} - \mathrm{XVII} - \mathrm{XIX} + \mathrm{XXII} \end{matrix}\right\}\ \mathrm{Cos.}\ 30^\circ \\ \left.\begin{matrix} \mathrm{II} - \mathrm{IV} - \mathrm{VIII} + \mathrm{X} \\ \mathrm{XIV} - \mathrm{XVI} - \mathrm{XX} + \mathrm{XXII} \end{matrix}\right\}\ \mathrm{Cos.}\ 60^\circ \\ 0 - \mathrm{VI} + \mathrm{XII} - \mathrm{XVIII} \end{cases}$$

$$12\,u'\,\mathrm{Cos.}\,\nu' = \begin{cases} \left.\begin{matrix} \mathrm{I} + \mathrm{V} - \mathrm{VII} - \mathrm{XI} \\ \mathrm{XIII} + \mathrm{XVII} - \mathrm{XIX} - \mathrm{XXIII} \end{matrix}\right\}\ \mathrm{Sin.}\ 30^\circ \\ \left.\begin{matrix} \mathrm{II} + \mathrm{IV} - \mathrm{VIII} - \mathrm{X} \\ \mathrm{XIV} + \mathrm{XVI} - \mathrm{XX} - \mathrm{XXII} \end{matrix}\right\}\ \mathrm{Sin.}\ 60^\circ \\ \mathrm{III} - \mathrm{IX} + \mathrm{XV} - \mathrm{XXI} \end{cases}$$

woraus die Werthe von u und u', ν und ν' gefunden werden. Um dann die beiden Zeiten der Maxima und Minima zu finden, bedient man sich der bekannten Differentialgleichung

$$\frac{d.B_m}{dm} = 0 = u\ \mathrm{Cos.}\ (m.15^\circ + \nu) + 2u'\ \mathrm{Cos.}\ (m.30^\circ$$

---

1 Dieser Ausdruck führt zu einer Gleichung des vierten Grades. Am leichtesten findet man die verlangten zwei Maxima und Minima auf dem Wege des Versuches.

Digitized by Google

...rz zeigt ferner, daſs man den genauen mittlern Baro-...stand durch Quadratur der Curve, also durch die Glei-...g

$$B - \frac{1}{360} u \text{ Cos. } \nu - \frac{1}{720} u' \text{ Cos. } \nu'$$

...n könne, indeſs ergiebt eine Anwendung auf die Baro-...stände zu Caraccas, wo die Oscillationen sehr groſs sind, ...s vollkommen genügt, für B das arithmetische Mittel ...llen Barometerbeobachtungen zu nehmen, welches nur ...ne verschwindende Gröſse abweicht.

31) Mit Uebergehung der ausführlichen Rechnungen, wel-... Hällström und noch vollständiger Kämtz mitgetheilt ..., begnüge ich mich, die Hauptresultate hier aufzuneh-... Von nicht weniger als 23 Orten hat Kämtz die stünd-... Barometerbeobachtungen berechnet und daraus folgende ...ichtlich zusammengestellte Resultate erhalten[1].

---

1 Die bereits im Art. *Barometer* erwähnten Quellen übergehe ... der Kürze wegen und trage nur die dort nicht genannten ...

Ort	Breite	Min.	Max.	Min.	Max.	Beobac
Grofs. Ocean	0° 0′	3h, 1	10h,02	15h,66	21h,55	Horne
Popayan	2 26N.	3, 8	10,13	15,84	21,71	Calda v. Hu
Ibague	4 28—	3,87	9,97	15,68	21,54	Bou
St. Fe de Bogota	4 36—	4,01	10,05	15,73	21,52	Bouss Gau
Payta	5 6S.	3,82	11,04	17,70	20,60	Dupe
Sierra Leone	8 30N.	4,12	10,38	16,06	21,81	Sabin v. Hu
Cumana	10 28—	4,26	10,58	15,97	21,68	Bou v. Hu
Caraccas	10 31—	4,07	10,37	15,77	21,59	Bou Bouss
La Guyara	10 36—	4,00	10,28	15,41	21,24	Gau v. Hu
Callao	12 3S.	3,70	9,77	15,42	21,40	Bou
Callao	12 3—	3,92	9,75	15,22	21,83	Rive v. Hu
Lima	12 3—	3,37	9,81	15,33	20,93	Bou
Chittledroog	14 11N.	4,00	10,28	16,47	22,13	Kate
Grofs. Ocean	16 0S.	4,15	10,31	15,97	21,70	Horn
Taiti	17 29—	3,72	9,43	14,97	21,18	Simo
Gr. Ocean	18 0N.	3,97	10,31	15,64	21,37	Horn v. Hu
Mexico	19 26—	3,62	11,15	15,40	20,17	Bou
Calcutta	22 35—	4,67	10,45	15,42	21,84	Balfo
Rio Janeiro	22 54S.	3,92	9,88	15,75	21,76	Dort
Cairo	30 2N.	4,00	10,75	15,92	21,19	Cout Chimi
Padua	45 24—	4,39	10,59	16,16	21,96	Lo[6]
München	48 8—	4,04	10,03	16,07	22,13	v. Ye
Halle	51 29—	4,20	10,18	15,37	21,60	Kämt
Abo	60 27—	4,05	10,15	17,38	23,87	Hälls

Die hier zusammengestellten Beobachtungen sind sammt von ausgezeichneten und gewissenhaften Gelehr

1 S. v. Humboldt Voyage T. X. Abgekürzt in Poggend XII. 299.

2 Daniell meteorol. Essays. p. 252.

3 J. Oltmann's Grundlagen der Erdbeschreibung. S. 76.

3 V. Zach Corresp. astron. T. VIII. p. 551.

4 Asiat. Reas. T. IV. p. 190.

5 Description de l'Égypte. T. XIX. p. 457.

6 Ephem. Soc. Met. Palat. 1784. p. 250.

7 Aus 4½jährigen Beobachtungen.

..., aber dennoch nicht alle von gleichem Werthe. Wäre ... zu schwierig, sie nach ihrem Gewichte zusammenzu..., so würde dadurch ein sichereres Resultat zu erlangen ... Die vorzüglichsten unter allen wegen ihrer Zeitdauer ... der auf sie verwandten Sorgfalt sind wohl ohne Wider... die durch v. Horner und v. Langsdorf und die von ... angestellten, deren Uebereinstimmung dann die wich... Folgerung begründet, dafs die Grade der Breite auf die ... der periodischen Schwankungen keinen Einflufs haben. ... findet die für Payta, Mexico und Abo erhaltenen Wer... Mittel zu sehr abweichend und erhält, mit Weg... dieser, im Mittel folgende Zeiten der periodischen ...kungen:

Minimum um	$4^h,09$	=	4^h	5′
Maximum	10,18	=	10	11
Minimum	15,75	=	15	45
Maximum	21,62	=	21	57.

31) Kämtz hat an diese Untersuchungen noch verschie... wichtige Betrachtungen geknüpft, dafs ich nicht um... kann, den wesentlichen Inhalt derselben mitzutheilen, um ... da sie im Ganzen zu dem Resultate führen, dafs das ... Problem dieser Schwankungen noch keineswegs in seinem ... Umfange bekannt ist, sondern von künftigen, an meh... verschiedenen Orten angestellten Beobachtungen noch seine ...gung erwartet. Ramond[1] fand eine Abhängigkeit der ...stunden von den Jahreszeiten, noch auffallender aber ... diese aus Chiminello's[2] schon früheren Beobachtungen ... Nach diesen fällt in Gemäfsheit einer genauen Be...ung

	Winter		Frühling		Sommer		Herbst	
Minimum	3^h	5′	5^h	7′	5^h	18′	5^h	4′
Maximum	9	58	11	21	11	56	11	22
Minimum	16	50	16	6	16	8	16	14
Maximum	22	5	21	58	21	58	22	7.

Yelin's Beobachtungen fallen gröfstentheils in die Win...nate, und hierin liegt vermuthlich der Grund, dafs das ...imum erst um 22^h 8′ eintritt. Aus den Beobachtungen

1 Mém. de l'Inst. 1808. p. 103.
2 Saggio di Padova. T. I. p. 195. T. III. p. 83.

Digitized by Google

von Marqué Victor zu Toulouse erhält Bouvard[1] fü
Maximum im Sommer 20h 10′, im Winter 21h 30′. Da
nimum am Morgen, welches nach Chiminello im So
früher als im Winter eintritt, fällt auch nach Flaugergue
Viviers im Sommer im Mittel auf 15h 30′, im Winter au
30′. Am entscheidendsten in dieser Beziehung sind die B
achtungen von Kämtz, welche für die einzelnen Monate
gende Wendestunden geben.

Monat	Minimum	Maximum	Minimum	Maxi
Januar	3,13	9,22	16,48	21,9
Februar	3,75	9,65	16,07	22,0
März	4,46	10,07	15,44	21,9
April	4,91	10,48	14,97	21,5
Mai	5,04	10,91	14,88	21,1
Juni	5,00	11,25	15,06	20,9
Juli	4,96	11,30	15,23	20,9
August	4,88	10,91	15,27	21,2
September	4,57	10,18	15,30	21,5
October	3,99	9,41	15,52	21,7
November	3,32	8,85	15,98	21,7
December	2,95	8,92	16,41	21,8

Mögen hierbei immerhin noch Anomalieen obwalten, die
nur durch länger anhaltende Beobachtungen beseitigen la
so geht doch so viel unverkennbar daraus hervor, dafs
Wendestunden sich im Sommer weiter vom Mittage entfe
als im Winter, und zwar um einen Unterschied, welcher b
ersten Minimum und Maximum volle zwei Stunden be
Dafs hierauf die höhern Breitengrade einen Einfluss ha
wagt zwar Kämtz nicht mit Gewifsheit zu entscheiden, a
es scheint mir dieses aus einigen später zu erwähnenden
obachtungen und ebenso daraus hervorzugehn, dafs der
terschied der Jahreszeiten unter niedern Breiten ganz weg
wie denn auch die Hypothese, welche ich zur Erklärung
ses Phänomens aufstellen werde, hiermit sehr im Einkl
steht.

1 Bibl. univ. T. XLI. p. 280.
2 Ebend. XL. 279.

) Die barometrischen Oscillationen zeigen eine so grofse
instimmung, dafs mit Ausschlufs von München und
sich im Mittel auf folgenden allgemeinen Ausdruck
lassen:

$$B_m = B + 0''',1791 \text{ Sin.}(m.15^\circ + 183^\circ 0') + 0''',3573 \text{ Sin.}(m.30^\circ + 154^\circ 34'),$$

dazu benutzt werden kann, den Gang des Barometers
ihe Orte zu berechnen, von denen nur einzelne am
emachte Beobachtungen vorhanden sind. Läfst sich die-
druck als ein allgemeiner betrachten, so ist $u' = 2u$
n erhält

$$B + u \text{ Sin.}(m.15^\circ + 183^\circ) + 2u \text{ Sin.}(m.30^\circ + 154^\circ 34'),$$

blofs B und u unbekannte Gröfsen sind, die sich aus
Beobachtungen auffinden lassen. Kämtz zeigt an ei-
leispielen eine allerdings nicht zu verkennende Ueber-
mung dieses Ausdrucks mit den Resultaten der Beob-
en; da aber weder die Jahreszeiten noch die Polhöhen
erücksichtigt sind, so kann er nicht auf absolute All-
heit Ansprüche machen, und auf jeden Fall können die
schen Werthe für u und u' nicht allgemein seyn, wie
übrigens schon in voraus zugesteht. Dürfte man für
acht halten, dafs die Zeiten der Oscillationen, die so-
ten Wendestunden, überall die nämlichen seyen und
s Steigen und Fallen des Barometers ganz gleichmäfsig
, so würde es leicht seyn, aus einzelnen Beobachtun-
n höchsten, niedrigsten und mittleren Barometerstand
ines Ortes aufzufinden. Die letztere Bedingung, näm-
e regelmäfsige Zunahme und Abnahme, scheint aus den
ilten Beobachtungen allerdings hervorzugehn, jedoch
er kleinen Beschleunigung in der Nähe der Wende-
, allein unter höhern Breiten wirken die unregelmäfsi-
ometrischen Oscillationen so störend, dafs sich daselbst
ser Regel überall keine Anwendung machen läfst und
lofs an solchen Orten der äquatorischen Zone geschehn
o das Barometer nur ausnahmsweise zuweilen unregel-
Schwankungen zeigt.

Von gleicher Wichtigkeit als die Bestimmung der Zeit dieser Oscillationen ist die ihrer *Gröfse*. Die meisten Physiker hierfür den Unterschied zwischen dem Maximum am Mor- l dem Minimum am Nachmittage, wobei dann noch eine

Digitized by Google

Vergleichung zwischen diesen Gröfsen und den correspond
den am Abend und während der Nacht angestellt werden
Hällström nimmt den Unterschied zwischen dem gr
Maximum und dem kleinsten Minimum, welche der herr
den Ansicht nach in die Wendestunden am Morgen u
Nachmittage fallen sollen, Kämtz glaubt jedoch, dafs di
obachtungen noch nicht genügen, um hierüber mit Sich
zu entscheiden, und nimmt daher das Mittel zwischen b
Extremen. Wenn übrigens kein Unterschied zwischen b
Extremen oder mindestens kein erweislicher aus den
achtungen hervorgeht, so führen alle drei Arten auf das
liche Resultat. Dieses ist insofern wichtig, als von den
sten Orten blofs am Tage angestellte Beobachtungen vo
den sind, aus denen nur unter dieser Bedingung der m
Stand mit absoluter Schärfe zu erhalten ist. Kämtz ha
bemüht, auch hierüber zu einer Entscheidung zu gel
Nach Ramond zeigen die beiden Maxima keinen Unter
die Beobachtungen von Chiminello, eine grofse Meng
verschiedenen Orten angestellte, welche Bouvard[1] grö
theils aus handschriftlichen Mittheilungen bekannt gemac
die werthvollen von Kämtz und Hällström zeigen da
entschieden, dafs das Maximum am Morgen etwas gröfs
als das am Abend, das Minimum am Nachmittage kleine
in der Nacht, dafs also beide Extreme am Tage gröfser
als während der Nacht, und aus den Beobachtunge
niederen Breiten geht ebendieses unverkennbar hervor.
schätzbar in dieser Beziehung sind die Resultate, welch
Naturforscher, und unter diesen namentlich Lenz[2], au
letzten Entdeckungsreise unter Capitain Kotzebue erla
indem sie zu Cavite auf Lüzon unter 14° 34′ N. B. und
51′ östl. L. von G. ungefähr 6 Toisen über dem Meere
gel das Barometer stündlich beobachteten. Hiernach fi
erste Maximum auf 9h 1′,1 Morgens, das Minimum au
28′,6 Nachmittags, und der Unterschied betrug 1‴,04,
erreichte das Barometer um 9h 58′,3 Abends ein zweites
ximum, indem es um 0‴,687 stieg, und ein zweites M
mum Nachts 2h 30′, von welchem es durch ein 0‴,445

1 Bibl. univ. XLI. 28 u. 230. Daraus in Schweigg. Journ. B
XXIX, S. 140.

2 Mém. de Petersbourg. VIme. Sér. T. I. p. 319.

les Steigen wieder zum ersten Maximum überging. Eine von Beobachtungen aus Indien hat Colonel Sykes heilt, jedoch enthalten dieselben nur die Differenz der eterstände zwischen dem ersten Maximum am Morgen m ersten Minimum am Nachmittage, welche auch nach Angabe gröfser ist, als die zwischen dem zweiten Ma- und Minimum während der Nacht; die erhaltenen Re- können daher in der nachfolgenden Tabelle nicht auf- men werden, welche den mittleren Unterschied aus bei- scillationen enthält. Die Gröfse der Oscillationen war stets gleich, stieg aber nie über 2,1957 par. Lin. und ie unter 0,1745. Sie betrug im Mittel aus mindestens Jahre zu Dukhun und zu Poona ungefähr 18° N. B. ; zu Madras unter 13° 5′ N. B. 0,8895; zu Calcutta 22° 35′ N. B. 1,2386; zu Saharumpoor in Hindostan un- N. B. und 1000 engl. F. über dem Meere 1,3512; zu nter 21° 51′ N. B. 1,4187; zu Benares unter 25° 30′ 1,1823; zu Bombay unter 18° 56′ N. B. 0,8445 und zu oleshwur in 4500 engl. F. Höhe über dem Meere 0,73077 inien. Nach den Wahrnehmungen von Colonel Sykes das Barometer in jenen Gegenden der Regel nach sei- Stand nicht über 45 Minuten bei, sondern geht sofort Maximum wieder zum Minimum über und umgekehrt. Un- hern Breiten kommt hierzu noch ein Unterschied der eiten, welcher demnächst gleichfalls untersucht werden Bouvard[2] hat die mittlern Resultate der Beobachtun- f dem Observatorium zu Paris aus den Jahren 1816 bis usammengestellt, woraus hervorgeht, dafs die Gröfse cillation zwischen 21^h und 3^h in allen Monaten gröfser s die zwischen 3^h und 9^h, im Mittel aber über das te beträgt, die erstere nämlich 0,756, die zweite 0,373 ter.

) Ist es gleich schwer, diesen gröfstentheils durch gesammelten reichen Schatz von Thatsachen noch ver- zu wollen, so dürfen doch diejenigen Beobachtungen bergangen werden, welche Forbes[3] im Ganzen 4410

Philos. Trans. 1835. p. 164 ff.

Edinb. Journ. of Sc. N. XVII. p. 72. Wiener Zeitschr. Th. V.

On the horary oscillations of the barometer near Edinburgh

Digitized by Google

an Zahl von 1827 an bis 1830 in der Nähe von Edinbu
ter 55° 55′ 20″ N. B. und 3° 14′ 22″,5 westl. L. von G
wich anstellte. Täglich wurden fünf Beobachtungen
zeichnet, nach der gewählten Bezeichnung um 4, 8, 10
und 22 Uhr, die gebrauchten Barometer waren sehr sor
construirt und für diesen Zweck, wobei es auf die ab
Länge der Quecksilbersäule nicht ankommt, vollkomme
nügend, auch das Thermometer, welches noch gröfsere
sicht verdient, war von vorzüglicher Genauigkeit. D
0° C. reducirten Barometerstände, nach den (meteorologi
Jahreszeiten geordnet, waren folgende.

Jahreszeiten	4 Uhr	8 Uhr	10 Uhr	20 Uhr	22 Uhr
Frühling	29,3438	29,3618	29,3640	29,3651	29,3589
Sommer	29,3715	29,3812	29,3866	29,3896	29,3820
Herbst	29,4286	29,4360	29,4312	29,4378	29,4422
Winter	29,4416	29,4447	29,4425	29,4386	29,4447
Mittel	29,3964	29,4059	29,4061	29,4078	29,4070

Hiernach steigt das Barometer vom ersten Minimum
Uhr bis zum ersten Maximum um 10 Uhr um + 0,0097
und fällt vom zweiten Maximum Morgens 20 Uhr bis
ersten Minimum Nachmittags 4 Uhr um — 0,0114. Abg
von der geringen Gröfse dieser Schwankung ist es bei d
genauen Beobachtungen, wenn man sie mit den bisher
getheilten vergleicht, sehr auffallend, dafs das zweite M
mum näher bei 20 Uhr, als bei 22 Uhr liegt, da zur
Zeit der mittlere Barometerstand gröfser ist. Aus glei
Grunde liegt das erste Maximum näher bei 10 Uhr als
Uhr, das erste Minimum aber, das allein beobachtete, mag
merhin übereinstimmend mit andern Orten um 4 Uhr im
tel fallen.

35) Der *Einfluſs der Jahreszeiten* ist nicht zu verk
indem die Wendestunden in Edinburg, wie zu Halle,
Sommer sich weiter vom Mittage entfernen, als im Wi
Forbes zeigt dieses durch folgende Zusammenstellung.

---

cet. 1831. Aus den Edinb. Phil. Trans. besonders abgedruckt. V
Edinb. Journ. of Sc. N. Ser. N. XII. p. 261.

Jahreszeiten	Morgenperiode		Nachmittagsperiode	
	Stunde	Oscill.	Stunde	Oscill.
Frühling	20	0,0213	10	0,0202
Sommer	20	0,0181	10	0,0151
Herbst	22	0,0136	8	0,0074
Winter	22	0,0031	8	0,0031

diesen Beobachtungen geht also gleichfalls hervor, dafs Barometer zur Zeit der Wendestunde des Maximums am en höher steht, als am Abend, und zur Zeit der Wende des Minimums am Nachmittage niedriger als in der t, und zwar im Verhältnifs von 1,18 : 1.

Crahay[1] stellte zu Maestricht in den Jahren 1831, 1832 1833 stündliche Beobachtungen an, um die eigentliche des Maximums und des Minimums der Barometerhöhen finden, und erhielt im Mittel für das erstere $9^h,259$ Mor-, für das letztere $3^h,812$ Nachmittags. Rücksichtlich der nen Monate entfernte sich diese Bestimmung für das mum im Februar und Juni am meisten vom Mittel und weit früher, als in den andern Monaten, dagegen fiel das mum in den Monaten April, Mai, Juni, Julius und Au- viel später, als in den andern Monaten. Dieses führte lem Schlusse, dafs in den Sommermonaten vom April bis ember inclusive das Maximum früher, das Minimum da- später eintrete, als in den übrigen Monaten. Nach ge- er Bestimmung beträgt das Zeitintervall zwischen beiden ationen in jenem Zeitraume 7,6754 und in diesem 5,7227 len. Rücksichtlich der Gröfse der Oscillationen fand Sy- zu Puhna unter 18° N. B. und 1823 engl. F. über der rfläche den Unterschied zwischen dem höchsten Baro- tande am Morgen zwischen 9 und 10 Uhr und am Nach- e zwischen 4 und 5 Uhr im Juli am geringsten, in den rmonaten am stärksten, und ebenso war derselbe zu Ma- shwur in 4500 engl. Fufs Höhe im Juni, Juli und Au- m geringsten, im November dagegen am stärksten. Die menstellung der vierzigjährigen Beobachtungen zu Genf[3] 796 bis 1835 geben die Gröfse der Oscill. in par. Linien

---

[1] L'Institut. 1835. N. 116. p. 345.
[2] Philos. Trans. 1835. p. 166.
[3] Biblioth. univ. 1835. Dec. p. 458.

Digitized by Google

im Frühling	Sommer	Herbst	Winter
2,000	2,816	1,804	2,475.

Ebenso unverkennbar ist der Einfluſs der Jahreszeiten, chen Forbes auch aus vierjährigen Beobachtungen der Gesellschaft zu London von 1827 bis 1830 nachweist, w Gröſse der Oscillation

im Frühling	Sommer	Herbst	Winter
0,0237	0,0183	0,0314	0,0148

in engl. Zollen, die jährlichen Mittel aber 0,0227, 0, 0,0205 und 0,0214 betragen. Hierbei ist die überwie Gröſse der Oscillation im Herbste auffallend, die entwed einem Fehler oder auf der Kürze der Beobachtungszeit b muſs, obgleich Letzteres nach der Uebereinstimmung der jährlichen Mittel nicht wahrscheinlich ist. Die längere anhaltend mehrere Stunden täglich durch James Hudso Standart-Barometer der Londoner Societät angestellten achtungen bestätigen dieses Resultat vollkommen. Auch zeigte sich das Maximum und Minimum am Morgen und das am Abend später im Sommer, als im Winter, waren die Variationen um Mittag im Sommer klein, d Mitternacht grofs, im Winter dagegen fand das umge Verhalten statt. Die gröfste Oscillation ist die, welche mittags um 4 Uhr eintritt und 0,18 par. Lin. beträgt, d am nächsten kommende ist die des Morgens um 10 U Betrage von 0,135 Lin., ihr am nächsten kommt die im ximum am Abend um 11 Uhr, ungefähr von 0,123 Lin. die kleinste ist die des Minimums am Morgen um 4 Uhr nur 0,056 par. Lin. Im Einklange mit den Edinburger Beob tungen geben die von Ramond[2] zu Clermont angestellten benjährigen nach der Zusammenstellung von Kämtz für

Frühling 0‴,476, Sommer 0‴,428, Herbst 0‴,
Winter 0‴,328

in pariser Linien, Chiminello's Beobachtungen zu P geben

Frühling 0‴,245, Sommer 0‴,255, Herbst 0‴,
Winter 0‴,219.

Aus den von Marqué-Victor zu Toulouse angestell

---

1 Philos. Trans. 1832. p. 575.

2 Mém. de l'Inst. 1812. p. 48.

achtungen folgert Bouvard[1], dafs die Oscillationen am
im Winter kleiner sind, als im Sommer, aus den 4½-
gen Beobachtungen von Kämtz zu Halle geht aber her-
dafs die Tagsoscillation vom Mai bis October fast con-
und gröfser ist, als die bei Nacht (um 16 und 22 Uhr),
dafs die letztere im Winter gröfser ist, als im Sommer,
in den Monaten December und Januar sogar gröfser als
Tagsoscillation. Die Mittel aus beiden geben für den
hling 0,201, Sommer 0,221, Herbst 0,230, Winter 0,194,
nem Uebergewichte im Herbst, wie zu London. Nach
nhaltenden Beobachtungen zu Genf zeigt sich die täg-
Variation des Maximums um 9 Uhr Morgens und um 3
Nachmittags meistens umgekehrt im Winter gröfser, als
mmer, jedoch ist dieses nicht immer der Fall und es
kein bestimmtes Gesetz aus den erhaltenen Resultaten
zugehn[2]. Selbst aus Sibirien stehn uns zwei schätzbare
ge zu Gebote, welche Kupffer[3] geliefert hat. Hier-
beträgt der Unterschied des Barometers um 9 Uhr Mor-
und 3 Uhr Nachmittags zu Kasan 0,1675 par. Lin. und
r nach den Jahreszeiten geordnet

im Frühling	Sommer	Herbst	Winter
0,0554	0,0666	0,033	0,0125,

toust aber war nur um 9 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachmittags
Uhr Abends beobachtet worden, wobei sich eine ge-
Oscillation zwischen den beiden ersten Stunden heraus-
und ein kleinerer mittlerer Barometerstand um 9 Uhr
s, als um 9 Uhr Morgens. Kämtz findet in diesen
edenen Resultaten so bedeutende Abweichungen, dafs
ür unthunlich hält, schon jetzt die Gesetze dieser Phä-
e mit Sicherheit aufzufinden, was übrigens ohne Zwei-
glich seyn würde, wenn wir von vielen Orten so voll-
e und genaue Beobachtungen besäfsen, als womit er
diesen Theil der Wissenschaft bereichert hat. Im Gan-
jedoch wohl gewifs, dafs die regelmäfsigen barome-
n Oscillationen auf der nördlichen Halbkugel im Som-

---

[1] Bibl. univ. a. a. O.
[2] Bibl. univ. 1835. Avr. p. 408.
[3] Poggendorff Ann. XVII. 501.

Digitized by Google

mer gröfser sind, als im Winter, wobei wegen der me
logischen Abtheilung der Jahreszeiten, wonach März,
und Mai zum Frühling, Juni, Juli und August zum So
September, October und November zum Herbst und di
genden drei Monate zum Winter gehören, das Maximu
Sommers sich zum Herbst und das Minimum des Winte
zum Frühling hinneigen kann.

36) Den *Einfluſs der Höhe* über der Meeresfläche
weder Kämtz noch Forbes bei ihren Untersuchungen
Problems unberücksichtigt gelassen, aber beiden stande
die nämlichen wenigen Thatsachen zu Gebote, die si
Entscheidung hierüber eignen. Die meisten bisher beka
wordenen Beobachtungen sind nahe über dem Meeres
oder in so geringer Erhebung über denselben angestellt
kein hieraus entspringender Einfluſs sichtbar wird. De
blick der weiter unten mitzutheilenden Tabelle zeigt zw
das hoch gelegene München einen bedeutenden Unte
zwischen der beobachteten und der berechneten Gröfs
Mexico einen geringern, allein für Königsberg ist derselb
ſser als für Halle und für Sta. Fé de Bogota ist er sog
gegengesetzt. Dennoch aber geht aus den genauen Be
tungen auf dem St. Bernhard ein Einfluſs der Höhe
kennbar hervor, indem dort unter 45° N. B. und in 7
Höhe nach dem Mittel aus 53 Monaten von 21 Uhr bis
eine Zunahme der Barometerhöhe von 0‴,017 gefunde
de, wonach die tägliche Oscillation negativ wäre[1].
Humboldt[2] findet zwischen den Wendekreisen kein E
der Höhe statt, Bouvard[3] will aber in dessen eigenen
achtungen zu Quito und Antisano und in denen von C
zu Sta. Fé de Bogota einen solchen wahrgenommen
welches Letztere jedoch mit der eben gemachten Bem
dafs die dort beobachtete Oscillation gröfser ist, als di
rechnete, nicht übereinstimmt. Sehr genaue und länge
fortgesetzte Beobachtungen, welche Colonel Sykes[4] an
schiedenen Orten in Ostindien gesammelt hat, zeigen de

1 Bibl. univ. XLI. p. 281. Poggendorff Ann. XIII. 151.
2 Voyage T. X. p. 464.
3 Bibl. univ. a. a. O.
4 Phil. Trans. 1835. p. 166.

an der Grenze der tropischen Zone die täglichen periodi- Oscillationen weder der Zeit noch der Gröfse nach durch e Erhebungen über die Meeresfläche gestört werden; ie beiden Maxima fielen zwischen 9 bis 10 Uhr Vor- und zwischen 10 bis 11 Uhr Abends, die beiden Mi- ber zwischen 4 bis 5 Uhr Nachmittags und 4 bis Morgens, und wurden gleichmäfsig wahrgenommen ahna 1800 engl. Fufs über dem Meere und zu Calcut- Madras im Spiegel des Meeres, zu Kotgherry auf den erry-Bergen in 6407 engl. F. Höhe und an der gan- stküste von Indien. Auch während der Dauer der landen sie statt und selbst Stürme störten sie nicht, es auch nach v. Humboldt[1] in Westindien der Fall ird hiernach der Einfluſs der Höhe zweifelhaft, so ge- ch Sykes gleichfalls zu, dafs die Gröfse der Oscilla- der Erhebung über die Meeresfläche im Ganzen ab- denn er fand zu Puhna in 1823 engl. Fufs Höhe die Oscillation = 0,1166 engl. Z.; zu Mahabuleshwur in F. Höhe = 0,0694 engl. Z.; zu Hurreechundurghur in F. Höhe = 0,0969 engl. Z.; zu Kotagherry in 6407 Höhe = 0,0498 engl. Z. Hier ist also der Einfluſs der tägigs merkbar, jedoch machte Bombay eine seltene indem daselbst nahe über dem Meeresspiegel nur engl. Zoll erhalten wurden. Immerhin blieb es aber dafs die Oscillationen auf dem St. Bernhard gänz- schwinden sollten, und dennoch stimmte dieses Ergeb- andern auf Schweizerbergen erhaltenen überein, denn 14tägigen Beobachtungen von Eschmann auf dem 8520 Fufs Höhe führten zu dem Resultate, dafs die nen dort nicht statt finden[2], obgleich sie aus den tungen v. Horner's zu Zürich und aus denen zu Bern nbar hervorgingen[3]. Auch aus spätern Beobachtun- dem St. Bernhard aus den Jahren 1828, 1829 und gerte man die Abwesenheit der periodischen Oscilla- obgleich es schien, dafs eine geringe vorhanden sey, ndere Stunden fallen sollte, wodurch dann diese Ab-

[1] Relat. Hist. T. VI. P. II. p. 701.
[2] Poggendorff Ann. XIII. 152.
[3] Bibl. univ. T. XXXVI. p. 316.
[4] Poggendorff Ann. XXIII. 119.

Digitized by Google

weichung von einer allgemeinen Regel wenig Aufklärung gewinnen würde. Wenn man jedoch bei den Beobachtungen aus den genannten Jahren die Summe der erhaltenen negativen Gröfsen von der Summe der positiven abzieht, so bleibt sich als Differenz eine tägliche mittlere Oscillation von 0,04 par. Lin. und man kann sie daher nicht sowohl fehlend als vielmehr nur ausnehmend gering nennen. Noch wenig kann sich ihre Anwesenheit verkennen, wenn man die Resultate einzelner Beobachtungen aus den Jahren 1796 bis 1835 zusammennimmt. Hiernach[1] beträgt die Differenz zwischen 9 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags im Frühling + 0,05, im Sommer 0,31, im Herbst 0,33 und im Winter 0,09 par. Lin., dafs also die gewöhnliche Oscillation als wirklich vorhanden erscheint. Einen wichtigen Beitrag zur Entscheidung dieser Frage hat neuerdings Kämtz[2] durch die Vergleichung gleichzeitiger Beobachtungen geliefert, welche durch ihn selbst auf dem Rigi-Culm und durch v. Horner zu Zürich angestellt wurden. Diese mit den frühern von Eschmann zusammengenommen geben für Zürich zwei Minima um 4^h 23′ und 20^h 20′ und zwei Maxima um 10^h 42′ und 19^h 40′, die Gröfse der täglichen Oscillation aber = 0,286 par. Lin. Auf dem Rigi stieg das Barometer bis etwa 2^h, sank dann bis $4^h,5$, stieg dann wieder bis nach 10^h Abends und sank wieder bis Morgens, und hieraus geht also die allerdings vorhandene nur etwas verspätete Oscillation unverkennbar hervor. Ein ähnliches Resultat erhielt Kämtz aus seinen Beobachtungen auf dem Faulhorn im September 1832, verglichen mit gleichzeitigen von Horner zu Zürich und Gautier zu Genf. Es ergiebt sich, dafs auf jener Höhe von 8250 Fufs Maxima um 10^h 36′ und $21^h,00$ und zwei Minima um 4^h und 15^h 54′ eintreten, der mittlere Unterschied beider Barometerstände aber 0‴,119 beträgt.

37) Kämtz benutzt die auf diese Weise erhaltenen Resultate, die auf einen seltenen Grad von Genauigkeit die gröfsten Ansprüche haben und denen zur Begründung weiterer lässiger Folgerungen blofs die längere Zeitdauer abgeht, in seiner Ansicht nehmen die Oscillationen mit der Höhe

1 Biblioth. univ. 1835. Dec. p. 459.
2 Poggendorff Ann. XXVII. 345.

nden dann und werden negativ; das Verschwinden bei um soviel geringen Höhen ein, je kleiner die Os- an dem gegebenen Orte im Spiegel des Meeres ist. eses Gesetz unter einen analytischen Ausdruck ge- o sey die in der Höhe statt findende Gröfse der Os- = x', die im Niveau des Meeres = x, und y be- die Anzahl von Linien, um welche das Barometer in Erhebung über die Meeresfläche sinken mufs, wenn llation = x' werden soll, dann ist

$$x' = x - ay.$$

Vergleichung der Oscillations-Gröfse auf dem Rigi Faulhorn mit den gleichzeitig zu Zürich und Genf ergiebt sich sehr nahe übereinstimmend a = 0, 003694 Rigi und = 0,003674 für das Faulhorn, so dafs man = 0,003684 als der Wahrheit sehr nahe kommend ann. Läfst sich dieses annehmen, so findet man die o die Oscillation aufhört oder x' = 0 wird, durch el

$$0 = x - 0{,}003684 . b,$$

irgend einen Barometerstand anzeigt. Unter der Li- Kürze die mittlere Gröfse der Oscillation = 0''',854 Formel: 0 = 0''',854 − 0,003684 . b giebt b = 231 mithin würde, den mittlern Barometerstand daselbst Lin. angenommen, die Oscillation bei einem Barome- von 337 − 231 = 105 Linien verschwinden. Die- ohne Rücksicht auf die Temperatur nach der For-

$$x = 56386{,}5 \text{ Log. } \frac{B}{b}$$

28536 Fufs, welche Höhe bekanntlich nicht erreicht

Den *Einfluſs der Breite* auf die täglichen Schwan- es Barometers, sowohl rücksichtlich der Zeit, als ich der Gröfse des Unterschiedes, hat man von An- ahrgenommen, indem man zuerst glaubte, dafs sie niedern Breiten zukämen. Berücksichtigen wir hier ur die Gröfse der Schwankung, so geht aus einer chen Uebersicht des beobachteten Unterschiedes zwi- n Maximum und dem Minimum an verschiedenen selbst schon ein den Breitengraden correspondiren-

Digitized by Google

der Einfluſs hervor. Einzelne Beweise hierfür beizub
scheint mir überflüssig, da dieselben aus der unten mitg
ten Uebersicht in genügender Menge zu entnehmen sind
Unterschied ist so auffallend, daſs die Gröſse der Osci
nach Forbes zu London sich schon doppelt so groſs
als zu Edinburg, und zu Paris fast dreimal so groſs. I
ser Beziehung sind aber die Beobachtungen unter hohen
ten von groſser Wichtigkeit. Es standen hierfür zuer
diejenigen zu Gebote, welche Parry auf seiner ersten
deckungsreise vom März bis August 1819 zu Melville
74° N. B. anstellte und aus denen ein Steigen des Baro
von 0 bis 4 Uhr folgt, welches Daniell[1] zur Untersu
seiner Hypothese über dieses Problem benutzte. Forbes
Kämtz bemerken jedoch beide, daſs die Beobachtungen
zu nicht geeignet sind, weil ihnen die Correction f
Temperatur fehlt. Inzwischen ist der mittlere Stand d
rometers in engl. Zoll

um 16 Uhr	= 29″,8666	um 4 Uhr	= 29″,86
20 —	= 29,8633	8 —	= 29,870
0 —	= 29,8631	12 —	= 29,869

Daſs hiernach das Barometer von 0^h bis 4^h steigt, aus
sinken, fällt sogleich auf, nach genauerer Untersuchung
aber Hällström

Minimum bei 1^h 19′	Minimum bei 15^h 10′
Maximum — 8 47	Maximum — 18 43.

Auf der zweiten Reise des Capitain Parry wurden di
obachtungen während 6 Monaten vom Nov. 1824 bis
1825 mit Einschluſs der um 16 Uhr nicht bloſs sehr g
senhaft und mit den geprüftesten Instrumenten angestellt
dern sie wurden auch alle auf den Gefrierpunct des W
reducirt, und geben ganz entschieden negative Oscillat
nämlich eine Abnahme von 4 Uhr bis 10 Uhr, von 16
bis 22 Uhr und wieder eine Zunahme von 22 Uhr bis 4
Es sind also zwei Maxima und zwei Minima vorhanden,
denen entgegengesetzt, welche unter mittleren und nie
Breiten beobachtet werden. Der gröſste Unterschied fand
schen 16^h und 22^h statt und betrug 0′,0089 engl.

1 Meteorol. Essays. T. I. p. 251.

lei weitem am wichtigsten in dieser Beziehung sind die Jahr und sechs Monate anhaltend fortgesetzten, mit esten Instrumenten angestellten, gehörig corrigirten und C. reducirten Beobachtungen des Capitain Ross[1] zu Harbour unter 70° 0′ N. B. 91° 53′ westl. L. von Green- und sie verdienen bei ihrer Seltenheit gewifs eine aus- here Mittheilung. Die Beobachtungen wurden täglich al, um 21 h, 5 h und 12 h angestellt und geben folgende liche mittlere Resultate in engl. Zoll.

Monat	21 Uhr	5 Uhr	Mitternacht
Januar	29″,8127	29″,8237	29″,9035
Februar	29,9790	29,9873	29,9743
März	29,9737	29,9730	29,9593
April	29,9793	29,9960	30,0023
Mai	30,1435	30,1425	30,1380
Juni	30,0330	30,0270	30,0100
Juli	29,8915	29,8940	29,8845
August	29,8675	29,8605	29,8450
September	29,8170	29,8295	29,8265
October	29,9565	29,9600	29,9545
November	29,9403	29,9377	30,0935
December	29,9217	29,9250	29,9155
Mittel	29,94132	29,94635	29,95891

eigt sich eine Oscillation, welche der unter niederen entgegengesetzt ist, indem das Barometer um 5 Uhr 03 höher ist, als um 21 Uhr, aber 0″,01256 niedriger, Mitternacht. Dieses letztere Maximum ist nicht wohl er, da ihm nicht füglich ein zweites Maximum um 0 Uhr nstehn kann. Nach den Jahreszeiten geordnet erhalten gende Gröfsen.

Jahreszeiten	21 Uhr	5 Uhr	Mitternacht
Frühling	30,02550	30,03717	30,03320
Sommer	29,93070	29,92717	29,93137
Herbst	29,90460	29,90907	29,95817
Winter	29,90447	29,91200	29,93110

[1] Narrative of a second Voyage in Search of a North-West ect. during the years 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833 cet. 835. gr. 4. Appendix.

Digitized by Google

Da bei so genauen und lange anhaltenden Messungen kleine Werthe von Wichtigkeit sind, so verdient hierbe achtet zu werden, dafs die negative Oscillation zwisch Uhr und 5 Uhr im Sommer und Herbst wieder posit so dafs also der erst mit zunehmender Breite sich ze Unterschied der Jahreszeiten, wonach im Ganzen dem S die stärksten Oscillationen zugehören, auch hier durch Uebergang vom Negativen zum Positiven zum Vorschein k Die positive Oscillation zwischen 5 Uhr und Mittern bei weitem am stärksten im Herbst, minder stark im W und negativ im Frühling. Dieser Umstand scheint mir kaum der Beachtung werth, denn der Ueberblick der e nen Monate zeigt einen solchen regellosen Wechsel, damit ein bleibendes Gesetz nicht wohl bestehn kann.

39) Der Einfluſs der geographischen Breite auf die fse der Oscillation ist demnach keinen Augenblick z kennen und man kann dieselbe daher als eine Functi Cosinus der Breite betrachten, entweder als eine einfach als eine zusammengesetzte. Kämtz[1] wählte früher die le ebendieses geschah durch Hällström, welcher dafs genden Ausdruck aufstellte:

$$z = 0{,}3931 - 2{,}3536 \cos.\varphi + 4{,}5687 \cos.^2\varphi,$$

worin z den Unterschied zwischen dem gröfsern Maximu dem kleinern Minimum in par. Lin. bezeichnet. Bou betrachtet die Gröfse der Oscillation gleichfalls als eine ction des Quadrats des Cosinus der Breite, führt jedoch ner Theorie gemäfs einen aus der Temperatur entnom Coefficienten ein, Kämtz entlehnt die Constanten aus de obachtungen und erhält hiernach unter der Voraussetzung, für beide Hemisphären das nämliche Gesetz gilt, den druck

$$z = -0''',1491 + 1''',0028 \cos.^2\varphi.$$

Forbes erhält auf gleiche Weise in Millimetern, die ko doch, der leichtern Uebersicht wegen, auf par. Linien ducire,

$$z = -0''',1552 + 1''',3389 \cos.^{\frac{5}{2}}\varphi.$$

Eine Zusammenstellung der beobachteten und nach seiner F berechneten Werthe von Kämtz zeigt eine sehr genau

1 Schweigg. Journ. N. R. Th. XXIX. S. 157.

stimmung beider; ich theile diese daher hier mit und ehre sie um die sonstigen mir bekannt gewordenen Beungen, wobei die nebenstehenden berechneten Werthe lls nach der Formel von Kämtz gefunden worden sind. on mir hinzugesetzten sind mit einem Sternchen (*) beet.

Orte	Breite			beobachtet	berechnet	Unterschied
Jackson[1]	33°	51′	S.	0‴,754	0‴,542	—0‴,212
Macquarie †	31	26	—	0,430	0,592	+ 0,162
Janeiro[2]	22	54		0,754	0,702	— 0,052
Louis[1]	20	10	—	0,759	0,732	— 0,027
Louis[3]	—	—	—	0,844	0,732	— 0,112
[4]	17	29	—	0,729	0,763	+ 0,034
Ocean[5]	16	0	—	0,688	0,777	+ 0,089
[6] . . .	12	3	—	0,814	0,810	— 0,004
[6]	12	3	—	1,202	0,810	— 0,392
ung[1] (Timor)	10	9	—	1,316	0,823	— 0,493
ation[3] . .	7	55	—	1,080	0,835	— 0,245
[7] . . .	5	6	—	0,921	0,846	— 0,075
. . . .	0	14	—	1,001	0,853	— 0,148
[3] . . .	0	2	—	1,302	0,854	— 0,448
[1] . . .	0	2	—	1,160	0,854	— 0,306
Ocean[5]	0	0		0,756	0,854	+ 0,098
[6] . . .	2	26	N.	0,850	0,852	+ 0,002
[6] . . .	4	28	—	0,851	0,848	— 0,003
Fé de Bogota[9]	4	36	—	0,889	0,847	— 0,041
Fé de Bogota[8]	4	36	—	0,934	0,847	— 0,087
Leone[10]	8	30	—	0,685	0,832	+ 0,147
[6] . . .	10	28	—	0,789	0,821	+ 0,032
[6] . . .	10	31	—	0,960	0,820	— 0,140
Goyara[9] . .	10	36	—	0,839	0,820	— 0,019

1 Freycinet nach Ms. bei Forbes.

† Th. Brisbane in J. Oltmann's Grundlagen d. Erdbeschreibung. F.

2 Dorta.

3 Duperrey Reisen. Nach Forbes.

4 Simonoff.

5 v. Horner und v. Langsdorf.

6 v. Humboldt.

7 Duperrey nach v. Humboldt in Rel. hist. T. X.

8 Caldas bei v. Humboldt a. a. O.

9 Boussingault bei v. Humboldt a. a. O.

10 Sabine.

Digitized by Google

Orte	Breite	beobachtet	berechnet	Unterschied
Madras . . .	13° 4′ N.	0‴,625	0‴,802	+0
Chittledroog[11] .	14 11 —	0,733	0,793	+ 0
Cavite auf Lüzon[12]	14 34 —	0,863	0,792	— 0
Grofser Ocean[5]	18 0 —	0,641	0,758	+ 0
Mexico[6] . . .	19 26 —	0,704	0,743	+ 0
Calcutta[13] . . .	22 35 —	0,815	0,706	— 0
* Berhampoor[14]	24 4 —	0,982	0,687	— 0
* Benares[15] . .	25 30 —	1,196	0,668	— 0
Cairo[16] . . .	30 2 —	0,683	0,603	— 0
* Peking[17] . .	39 54 —	0,815	0,441	+ 0
* Marseille[18] . .	43 17 —	0,368	0,382	+ 0
* Toulouse[19] . .	43 36 —	0,445	0,377	— 0
* Nismes[20] . .	43 50 —	0,435	0,373	— 0
* Alais[21] . . .	44 7 —	0,439	0,368	— 0
* Orange[22] . .	44 8 —	0,377	0,368	— 0
Viviers . . .	44 29 —	0,372	0,361	— 0
Padua[23] . . .	45 24 —	0,214	0,345	+ 0
* Chambery[24] .	45 34 —	0,445	0,342	— 0
* Fort Vancouver[25]	45 38 —	0,675	0,341	— 0
Clermont[26] . .	45 47 —	0,346	0,339	— 0
* Genf[27] . . .	46 12 —	0,313	0,331	+ 0
* Bern[28] . . .	46 57 —	0,399	0,318	— 0

11 Kater.

12 Lenz in Mém. de Petersb. VIme Sér. T. I. p. 319.

13 Balfour, Farquhar und Pearce.

14 Russell in Phil. Trans.

15 Prinsep in Phil. Trans.

16 Coutelle.

17 Fuss in Mém. de Petersbourg VI. Sér. T. III.

18 Gambart in Conn. des Temps. Nach Forbes.

19 Marqué Victor in Mém. de l'Acad. de Toulouse. Forbes.

20 Valz, nach Originalbeobachtungen an Forbes mitgetheilt.

21 D'Hombres Firmas desgl.

22 Gasparin desgl.

23 Chiminello.

24 Billiet. Mém. de l'Acad. de Chambery. Bei Forbes.

25 Gairdner in Edinb. Phil. Journ. N. XXXIX. p. 67.

26 Ramond.

27 Aus 40jährigen Beobachtungen von 1796 bis 1835 in univ. 1835. Dec. p. 453.

28 Fueter aus zehnjährigen Beobachtungen in Bibl. univ. Forbes.

Orte	Breite	beobachtet	berechnet	Unterschied
ich[29] . .	47° 22′ N.	0‴,390	0‴,311	−0‴,079
h[30] . . .	47 22 —	0,286	0,311	+ 0,025
hen[31] . .	48 8 —	0,213	0,298	+ 0,085
sburg[32] .	48 35 —	0,297	0,290	— 0,007
[33] . . .	48 50 —	0,242	0,285	+ 0,043
lsruhe[34] .	49 1 —	0,202	0,280	— 0,078
idelberg . .	49 25 —	0,288	0,275	— 0,013
nheim[35] .	49 29 —	0,270	0,274	+ 0,004
Chapelle[36]	49 49 —	0,217	0,268	+ 0,051
stricht[37] .	50 51 —	0,253	0,251	— 0,002
. . . .	50 56 —	0,299	0,249	+ 0,050
. . . .	51 29 —	0,212	0,240	+ 0,028
idon[38] . .	51 30 —	0,253	0,240	— 0,013
gsberg[39] .	54 42 —	0,084	0,186	+ 0,102
nburg[40] . .	55 55 —	0,128	0,166	+ 0,038
tiania[41] . .	59 55 —	0,230	0,103	— 0,127
. . . .	60 27 —	0,113	0,095	— 0,018
x Harbour[43]	70 0 —	−0,056	−0,032	— 0,024
t Bowen[40]	73 15 —	−0,100	−0,066	— 0,034

enn man berücksichtigt, wie weit die hier angegebeobachteten Gröfsen von absoluter Genauigkeit entfernt müssen, da verschiedene derselben nur kurze Zeit ange-

---

v. Horner aus einjährigen Beobachtungen, ebend.

v. Horner aus 29tägigen Beobachtungen, berechnet durch n Poggendorff Ann. XXVII. 347.

v. Yelin.

Herrenschneider in seinem jährlichen Résumé des observations ogiques. Das Mittel aus den Unterschieden zwischen Morgen, nd Abend.

Bouvard.

Eisenlohr. Unterschied zwischen Mittag und Abend, ist also

v. Heiligenstein aus zweijährigen Beobachtungen.

Nell de Bréauté aus achtjährigen Beobachtungen an Forbes ilt.

Crahay aus neunjährigen Beobachtungen. Bei Quetelet.

Royal Soc. in Phil. Trans. Nach Forbes.

Sommer.

Forbes a. a. O.

Hansteen Magazin for Naturvidenskaberne 1824. Heft 2.

Hällström.

Ross in Narrative of a Second Voy. App.

Digitized by Google

stellt wurden, nicht alle Beobachter die nämlichen I innehielten und auch der gewissenhafteste zufällige tungen nicht vermeiden kann, ja da sogar Beobachtun Rechnungsfehler eben wegen der Leichtigkeit der Aufg schleichen können, so mufs man die genaue Uebe mung der beobachteten und der berechneten Werthe überraschend finden, und es geht auf jeden Fall hier vor, dafs das Gesetz der mit zunehmenden Breiten menden Gröfse dieser barometrischen Oscillation füglic die angegebene einfache Formel ausgedrückt werden Wollte jemand die vorzüglichern Beobachtungen nac Gewichte ordnen und dann aus ihnen die Constanten mel bestimmen, so liefse sich auf diesem Wege z genauern Ausdrucke gelangen, allein es scheint mi nicht einmal des erforderlichen Aufwandes von Zeit u werth zu seyn, da ich glaube, dafs genügende Th zur Begründung einer Erklärung dieses Phänomens den sind.

40) Die Ursache dieser regelmäfsigen Schwanku Barometers suchte man zuerst in einer wechselnden E Fluth der Atmosphäre, derjenigen ähnlich, welche bei ser wahrgenommen wird; allein der gänzliche Mangel sammenfallens derselben mit der täglichen Culmination d des zwingt sofort hiervon zu abstrahiren. Desto auff ist der Zusammenhang dieser Oscillation mit dem t Laufe der Sonne, und da man nicht füglich auf eine hung dieses Weltkörpers gegen die Atmosphäre, als des Phänomens, schliefsen kann, weil sonst der Mo noch stärkere Wirkung hervorbringen müfste, so war türlich, zur Erwärmung durch dieselbe seine Zuflucht n men. Schon Bouguer[1] äufserte diese Hypothese; La fand sie wahrscheinlich[2], ohne sie jedoch deutlich e wickeln, weil ihm das Problem für die Analyse zu schien[3]; am ausführlichsten hat Ramond[4] dieselbe be

1 Monatl. Corresp. Th. XXI. S. 218.

2 Bouvard in Bibl. univ. T. XLI. p. 284. Ann. Ch. Ph. p. 280.

3 Vergl. E. Schmidt math. u. phys. Geographie. Th. II. S

4 Mém. de l'Inst. 1803. p. 108. Vergl. G. C. Schmidt Lehrbuch d. Naturlehre. Giefs. 1826. S. 180.

Digitized by Google

er berücksichtigt vorzüglich das Höherwerden der Atäre durch die Erwärmung, das hierdurch bewirkte Abn der höhern und das Herbeiströmen der seitwärts bechen Luftschichten, woraus jedoch, ohne künstliche Mitnzuwenden, zunächst ein Steigen des Barometers zur Zeit Culmination der Sonne folgen würde, auch geht der dop-Wechsel vom Maximum zum Minimum keineswegs unlbar daraus hervor. Carlini[1] nimmt an, das Phänomen e durch zwei vereinte Ursachen, die Erwärmung und die chung durch die Sonne, bewirkt. Daniell[2] sieht nicht ibt die Wärme unmittelbar, als vielmehr die hierdurch erten Luftströmungen, namentlich das Abfliefsen der erten obern Luftschichten in der heifsen Zone und das eiströmen der kälteren Luftmassen aus den Polargegenden, rsache dieser Schwankungen an[3], insofern der Stand des meters gleichbleibend seyn mufs, so lange diese Strömunregelmäfsig statt finden, aber in Schwankungen geräth, n sie durch partielle Erwärmungen gestört werden. Da regelmäfsigen Erwärmungen zunächst unter dem Aequaatt finden, so mufs die Gröfse der Oscillationen hier am sten seyn, allmälig mit den höhern Breitengraden abnehn und zuletzt negativ werden, wofür Daniell einen Be- in den von Parry auf Melville beobachteten ungekehrSchwankungen findet. Inzwischen erklärte sich sehr bald tz[4] gegen diese Hypothese, da sich eine so regelmäfsige ng dieser Strömungen kaum vorstellen läfst, deren Danach v. Humboldt[5] überall noch nicht genügend been worden ist. Bouvard[6] betrachtet die Oscillationen als Folge der Erwärmung insoweit, dafs sogar die Gröfse

---

Mém. della Soc. Ital. delle Sci. T. X.

Meteorol. Essays. T. I. p. 251.

Eigentlich ist Leslie mit dieser Hypothese vorangegangen, inr in der Encyclopaedia Britannica die Ursache in einer Centriewegung findet, welche die Luftströmungen durch den Umng der Erde erhalten sollen, Daniell widerlegte diese Theorie, aber sucht sie modificirt zu vertheidigen. Edinb. New Phil. N. VII. p. 107.

Schweigg. Journ. N. R. Th. XV. S. 169.

Voyage. T. X. p. 464.

Bibl. univ. T. XLI. p. 284. Schweigg. Journ. Th. LIX. S. 129.

Anm.

derselben dem Unterschiede der Temperatur proportional soll. Diesem giebt er für dieselbe den Ausdruck

$$m' = m \frac{t}{t'} \text{Cos.}^2\varphi,$$

worin m die unter dem Aequator, m' die unter der Br statt findende Aenderung des Barometers von 21^h bis 3^h, mittlere Temperatur an dem gegebenen Orte zu dieser t' die unter dem Aequator (im Mittel = 30° C.) seyn Inzwischen zeigen Kämtz und Forbes sehr überzeugen Ungenügende dieses Ausdrucks, da hiernach die Schwa verschwinden müfste, wenn t = 0 wird, und für Temp ren unter 0° C. negativ seyn würde. Der Gegensatz sich demnach unter höhern Breiten schon in kalten W zeigen, wovon jedoch Kämtz in den Wintermonaten von auf 1830 keine Spur wahrnahm.

41) Bei weitem die gründlichsten Untersuchungen die Ursachen dieser periodischen Oscillationen hat Dove gestellt und dabei die zu Apenrade 10mal des Tages ge ten einjährigen Beobachtungen des Barometers, Therm und Hygrometers zum Grunde gelegt. Nach seiner ins gefafsten Ansicht ist der Druck auf das Quecksilber im meter ein zusammengesetzter aus dem der trocknen Luft des Wasserdampfes; bei steigender Wärme vermindert sich Dichtigkeit der Luft, die Verdampfung steigt dagegen, Aenderungen wirken einander entgegen, und man m daher von einander getrennt betrachten, um zu dem Re zu gelangen, dafs ein Uebergewicht der einen Wirkung die andere vorhanden und der Zeit sowohl als auch der fse nach den Beobachtungen angemessen sey. Durch ein gante Berechnung beider Ursachen gelangt man allerding einem der Erfahrung nahe kommenden Resultate, allein deutende Gegengründe scheinen dennoch zu hindern, Hypothese für genügend zu halten.

1) Ein Hauptargument liegt in der Vorstellung, die uns von der Wirkungsart dieser Ursachen bilden. Allerd vermindert die Temperatur-Erhöhung die Dichtigkeit der L sie erhöht aber um ebensoviel ihre Elasticität, wenn nicht gleich ein Abfliefsen derselben statt findet, und dieses läfst

1 Poggendorff Ann. XXII. 219.

sogleich und ohne Weiteres annehmen, weil die umgeen Luftschichten nicht sofort ausweichen und auch das eigen eine gewisse Zeit erfordert, um so mehr als die hmung am stärksten zunächst über der Erdoberfläche statt t, wo auch die Dampfbildung ihren Sitz hat.

2) Man kann die Wirkung des Wasserdampfes derjenigen, urch die Luft hervorgebracht wird, nicht entgegensetzen, der schon gebildete, als solcher in der Luft vorhandene f erleidet die nämliche Veränderung, welche die trockne trifft; die Wirkung beider ist daher eine gemeinschaftlinnd selbst auch der neu erzeugte Dampf vermehrt, bei ndem Abflusse, die Menge der auf das Quecksilber drüen Flüssigkeiten. Obgleich daher das specifische Geder Luft durch Erwärmung und Dampfbildung geringer , so wächst dennoch unter den vorhandenen Bedingungen bsoluter Druck gegen das Quecksilber im Barometer.

3) Wenn die Temperaturerhöhung die Wirkung, auch zwei verschiedene und abgesonderte Potenzen, hervor-, so kann es bei einem einzigen täglichen Wechsel der ne vom Maximum zum Minimum schlechthin nur eine einbarometrische Oscillation vom höchsten zum niedrigsten le binnen 24 Stunden geben. Dieses letztere Argument ach meiner Ansicht so einleuchtend, dafs ich schon desn allein dieser mit grofsem Scharfsinn durchgeführten ie, so wie sie gegeben ist, nicht beitreten kann, sonieber versuchen will, eine andere, diesen Umstand bechtigende Hypothese aufzustellen.

12) Dafs die täglichen Oscillationen von der Erwärmung die Sonnenstrahlen herrühren, geht aus ihrer Betrachnmittelbar hervor, und die vollständige Erklärung derscheint mir sogar nicht einmal schwierig zu seyn, man nur folgende drei Bedingungen gehörig berück-

Die Erwärmung durch die Sonnenstrahlen trifft gleichdas halbe Luftsphäroid ganz, mufs daher auch dieses fficiren, und zwar wird nicht blofs die trockne Luft, n auch der in ihr enthaltene Wasserdampf erwärmt, beide ansgedehnt, wirken mithin gemeinschaftlich und in dem ien Sinne.

Digitized by Google

b) Man darf die hierdurch bewirkte Ausdehnung
deren Folgen nicht für sich allein betrachten, sonder
Rücksicht auf die Trägheit der in Bewegung kommende
sammtmasse.

c) Vor allen Dingen ist zu berücksichtigen, daſs
Masse einer Flüssigkeit, sobald sie einmal in Bewegung g
worden ist, diese von selbst wellenartig regelmäſsig wied
Wenn daher die Erde plötzlich still stände (dieses Auf
ihrer Rotation einmal ohne weitere Folgen als möglich
nommen), so würden die barometrischen Oscillationen
eine Zeit lang regelmäſsig fortdauern und erst nach al
ger Abnahme gänzlich aufhören, wie die Wellen des O
nach einem in Windstille übergehenden Sturme. Daſs
Gesetz nicht bloſs auf Wasser und sonstige tropfbare Fl
keiten, sondern auch auf die Luft Anwendung leide, b
wie ich glaube, keines Beweises.

Denken wir uns diesemnach die ganze Atmosphä
Erde als ruhend und die Erwärmung derselben, mit
schluſs dieser Einwirkung auf die untere Erdhälfte, au
obern beim Aufgange der Sonne anfangend, so muſs die
hier ausgedehnt werden und einen vermehrten Druck a
Barometer ausüben. Das Steigen des Barometers müſst
für irgend einen gegebenen Ort um 18^h anfangen; d
schon um 16^h beginnt, liegt in einer Verspätung de
sammtperiode, wie sogleich gezeigt werden soll. D
wärmte Luft wird demnach anfangen sich auszudehnen, a
diese nach allen Seiten hin beginnende Ausdehnung
durch die Trägheit der in Bewegung zu setzenden Mass
hindert, die nicht anders als allmälig überwunden w
kann. Ist diese aufsteigende Bewegung einmal eingeleitet
wird sie auf gleiche Weise fortdauern, demnächst ein U
gewicht über die Ausdehnung erhalten und das Barometer
wieder sinken, bis es sein Minimum erreicht, worauf d
wenn auch diese Oscillation über den Zustand des Gle
wichts hinausgerückt ist, die entgegengesetzte beginnt, gl
falls ihr Maximum erreicht, und das zweite tägliche M
mum des Barometerstandes erzeugt die Erwärmung, und
hierdurch verursachte Schwankung läuft seit Jahrtausende
gelmäſsig um unsere Erde, auf der abgewandten Seite
Erde entstehn daher die nämlichen Wellen, die sich der

setzten Erdhälfte mittheilen, theils wegen des innigen
enhanges der ganzen Atmosphäre, theils und haupt-
in Folge der einmal erregten und daher auch fort-
nden Wellenbewegung. Die wirkende Ursache, die Er-
g der Atmosphäre, welche auch KÄMTZ als das eigent-
fingende betrachtet, trifft zunächst diejenigen Schich-
elche die Oberfläche der Erde berühren, und ist hier
sten in ihrer Wirkung, theils wegen der Erhitzung
ens, theils wegen der Dampfbildung, theils weil die
Luft in diesen untersten Schichten durch die Son-
len am stärksten erwärmt wird. Von hier aus beginnt
egung, wird allmälig in gröfsere Höhen fortgepflanzt,
dünnere Luft an der Erwärmung einen nur geringen
lich einen blofs verschwindenden Antheil nimmt; es
her eine Grenze geben, wo die Oscillation wegen der
r fortschreitenden Bewegung erforderlichen Zeit auf-
nd über diese Grenze hinaus mufs die Oscillation ne-
nden. Die oben erwähnten sinnreichen Folgerungen,
KÄMTZ aus seinen Beobachtungen auf dem Rigi und
lhorn abgeleitet hat, sind also theoretisch vollständig
ht. Ferner aber ist die Ursache der Oscillation und
ch ihre Wirkung unter der Linie am stärksten und
nach den Polen hin ab, um so mehr, als sich die Er-
g zur Winterzeit nur bis zum Polarkreise der zugehö-
lbkugel, auf der entgegengesetzten aber über den Pol
bis zu der nämlichen Grenze erstreckt. Wollten wir
n, dafs die Enden der grofsen Welle sich bis ganz
Polen hin erstreckten, so würden dort die Spitzen der
berge und der Wellenthäler zusammentreffen, sie müfs-
einander zurückstofsen und vernichten; hieraus ent-
nothwendig nicht sowohl ein Zustand der Ruhe, als
eine sich bis auf einige Breitengrade in die Polar-
streckende entgegengesetzte Oscillation. Diese, die sich
Erfahrung wirklich findet, ist also durch die eben ge-
seit Jahrtausenden bestehende Ursache erzeugt, oder,
wahrscheinlicher dünkt, sie beruht auf einem ähnli-
hunde, als welcher die Umkehrung der Oscillationen in
n Höhen herbeiführt. Sobald nämlich die Enden der
Welle sich nicht bis zu den Polen hin erstrecken kön-
mufs die in das Wellenthal vom Pole her eindringende

Luft aufgehäuft werden, sich ansammeln und somit a
aus gleichen Gründen eine auf die Polarzone beschränk
gegengesetzte Oscillation annehmen.

Diese Hypothese ist den sicher ausgemittelten Tha
so sehr angemessen, dafs es kaum erforderlich scheint,
noch weiter im Einzelnen darzuthun. Wollte man di
kung von der Erwärmung allein und unmittelbar ablei
müfste die Oscillation in der gemäfsigten Zone im
gröfser seyn, als unter dem Aequator, weil die Erw
dann gröfser ist; dieses findet jedoch nicht statt,
zeigt sich nur ein angemessener Einfluſs der gröfsern
höhen darin, dafs die Schwankungen im Sommer etw
fser und dafs die beiden am Tage dann etwas wei
Mittage abstehend sind, als im Winter. Die Abnal
Oscillation mit zunehmender Breite endlich liegt so in
tur der Sache, dafs sie keiner weiteren speciellen E
bedarf.

43) Die zweite wichtige Frage, nämlich welche
Barometerstand den verschiedenen Orten der Erde
und welchen Einfluſs die Grade der Breite hierauf h
im Art. *Barometer* gleichfalls erörtert worden. Es wu
stillschweigend angenommen, dafs in dieser Beziehung
Breitengrade zu berücksichtigen seyen, indem die T
sche Quecksilbersäule unter den nämlichen Parallele
den Hemisphären gleiche Länge habe. Inzwischen
dem auch hierüber, mindestens durch einige Bemerkung
fel erhoben worden, ob diese letztere Voraussetzung h
begründet sey; im Ganzen scheint mir jedoch ein
Einfluſs der Länge aus theoretischen Gründen nic
scheinlich, und es dürften diejenigen Abweichungen,
ganzen oder halben Meridianen beizulegen geneigt i
mehr als örtliche Abweichungen zu betrachten seyn.

Ein Einfluſs der Breitengrade auf den mittlern
stand folgt aus theoretischen Gründen, noch mehr
er aus unleugbaren Messungen deutlich hervor, bei
suchung der ganzen Aufgabe mufs aber unterschiede
inwiefern die als hohles Sphäroid auf der Erde ru
mosphäre an und für sich die Höhe der Quecksilb
Barometer unter verschiedenen Breiten bedingt u
Einflüsse die gewissen Zonen zugehörigen regelmäf

Digitized by Google

en des Luftmeeres darauf ausüben. Blofs das Erstere ichtigend folgte ich einer ausführlichen Darstellung ERAU's[1], wonach die Barometerhöhe unter dem Aewegen verminderter Schwere, und dieser proportional, seyn soll, als unter den Polen, was sich jedoch bei er Untersuchung als unzulässig herausstellt, indem die lere Schwere beide Flüssigkeitssäulen, die des Queck- und der Luft, gleichmäfsig afficirt und blofs der Ein- Schwungkraft übrig bleibt. Inzwischen folgt auf jeden e Aufgabe so, wie in voraus festgesetzt worden ist, be- , dafs der mittlere Stand des Barometers unter der Li- geringsten, unter den Poler aber am gröfsten sey. Als hänger dieser Ansicht zeigte sich auch v. HUMBOLDT[2], N[3] aber trat als Gegner derselben auf, indem er be- , dafs gerade umgekehrt das Barometer unter dem Aem höchsten stehe und mit den Graden der Breite ab- Theoretisch zeigt er, dafs für die Länge der Queckle im Barometer das nämliche Gesetz als für die Pens statt finden müsse, und findet also nach der gehöduction auf 0° C. und den Spiegel des Meeres den nen Ausdruck:

60,857 − 0,61733 Sin.$^2\varphi$ + 8,353 Sin.$^4\varphi$ in Millim.
37,285 − 0,26403 Sin.$^2\varphi$ + 8,000 Sin.$^4\varphi$ in par. Lin.

sind dann von ihm folgende, den zunehmenden Breizugehörige, Barometerstände berechnet worden:

Breite	Millim.	Lin.	Breite	Millim.	Lin.
0°	760,857	337,285	50°	758,434	336,211
10°	760,732	337,230	60°	757,763	336,914
20°	760,429	337,070	70°	757,217	336,671
30°	759,822	336,827	80°	756,860	335,513
40°	759,149	336,528	90°	756,737	335,458

t wurde zur Annahme dieser theoretischen Bestimauptsächlich durch die an den norwegischen Küsten en niedrigen Barometerstände bewogen und er ver-

–

ach Mon. Cor. Th. XXI. S. 215. Unrichtig steht Th. I. ZACH als Verfasser dieser Abhandlung.
age T. XI. p. 1.
azin for Naturvidenskaberne 1824. H. 2. p. 269.

gleicht sie daher mit dem von ihm selbst aus mehrern zu Christiania erhaltenen mittleren Barometerstande, m zu Bergen, zu Hardanger und zu Paris gefundenen, sich allerdings eine sehr genaue Uebereinstimmung heraus jedoch wird die unten folgende Zusammenstellung eine fsen Menge von Beobachtungen zeigen, dafs das aufg Gesetz keineswegs allgemeine Anwendung leide.

Als einen Anhänger der Hypothese, dafs die Baro höhe von ihrem Maximum unter der Linie an nach den hin regelmäfsig abnehmen müsse, erklärte sich Sch hauptsächlich weil Thorstensen zu Näs bei Reikia Island aus dreijährigen Beobachtungen den auf 0° C. r ten Barometerstand = 333,45 und Mühlenfort zu G auf Grönland aus fünfjährigen = 332,81 par. Lin. ge hat. Die letztere Gröfse ist zwar nicht auf 0° C. redu lein da die mittlere Temperatur dort nicht viel von 0° weicht und der gefundene Barometerstand schwerlich Einwirkung künstlicher Wärme bedeutend zu grofs sey so beweist die Angabe, ein richtiges Barometer voraus mindestens den dort statt findenden niedrigen Barome Auch Oersted äufserte mündlich gegen mich, dafs er Hypothese Hansteen's bekenne, und stützte sich dabei lich auf den zu Apenrade gefundenen mittleren Bar stand. Kämtz[2] neigt sich mehr zur entgegengesetz sicht, entscheidet jedoch nicht bestimmt darüber, Einfluss des Dampfgehaltes der Atmosphäre noch nicht bekannt sey. Erman[3] dagegen spricht den Satz, d mittlere Barometerhöhe mit den Breitengraden abnehme scheidend aus. Neuerdings hat Poggendorff[4] die ganz gabe ausführlich untersucht und gelangt hierdurch zu de sultate, dafs eine Correction (wie ich verstehe der beo ten Barometerhöhen) wegen der Schwere nothwendig Durch die Art der Darstellung wird die Sache sehr klar. man nämlich, wie zwei Schenkel einer communicirenden in deren einem Quecksilber, im andern Luft bis zur

1 Tidskrift for Naturvidenskaberne. T. IV. p. 347.
2 Meteorologie. Th. II. S. 292.
3 Poggendorff Ann. XXIII. 122.
4 Dessen Annalen XXXVII. 468.

tmosphäre, enthalten ist, die sich beide das Gleichge-
halten, im Niveau des Meeres vom Pole zum Aequa-
bewegt werden, so afficirt die Abnahme der Schwere
dem Aequator beide Flüssigkeiten gleichmäfsig, wirkt
nicht auf die Elasticität der Luft, welche sich dem-
sdehnt, und da Letzteres bei der Quecksilbersäule nicht
det, so würde zur Herstellung des Gleichgewichts eine
rung derselben erfordert. Indefs, meint POGGENDORFF,
chwere-Correction der Barometerhöhe stehe durchaus in
Abhängigkeit zu irgend welcher Einwirkung auf die
phäre, sondern betreffe lediglich die Quecksilbersäule,
deren Länge der atmosphärische Druck gemessen wer-
lle. Die Länge einer Quecksilbersäule an verschiede-
Orten ist nur dann dem von dieser Säule ausgeübten
proportional oder ein Mafs derselben, wenn das
alber (constante Temperatur desselben vorausgesetzt)
in gleicher Weise von der Schwerkraft afficirt wird.
Correction hat also nur den Zweck, die Längen der bei
cher Schwerkraft beobachteten Quecksilbersäulen auf
gen zurückzuführen, welche statt finden würden, wenn
Schwerkraft überall dieselbe gewesen wäre." Die hier-
erforderliche Correction berechnet er demnächst für 338
334 par. Lin. (da die zwischenliegenden Gröfsen leicht
Interpolation gefunden werden) und für einzelne Brei-
nach der bekannten Formel:

$$B' = B\ (1 - 0{,}0025935\ \text{Cos.}\ 2\varphi),$$

B' den corrigirten, B aber den normalen Barometerstand
45° der Breite und φ die jedesmalige Breite des Beob-
ortes bezeichnet. Da in dieser Formel die Breite von
normal gilt, so ist die Correction von 0° bis dahin
end subtractiv und wird dann auf gleiche Weise wach-
bis 90° additiv. Die gefundenen Correctionen werden
auf die durch SCHOUW tabellarisch nach den Breitengra-
zusammengestellten gemessenen Barometerstände ange-
; wodurch alle einander gleich werden müfsten, wenn
gleiche Schwere allein die Barometerhöhen bedingte, al-
bleiben auch dann noch sehr bedeutende Abweichun-
zurück.

Je mehr man über das vorliegende Problem nachdenkt,
o lebhafter wird man von den Schwierigkeiten desselben

Digitized by Google

überzeugt werden, und ich wünsche daher, dafs die
genden Betrachtungen, die dadurch nothwendig werd
ich die Sache hier einmal nicht ganz übergehn kann,
ein Versuch gelten mögen, etwas Bestimmtes darüber
stellen. Betrachten wir zuerst, wie bisher geschah,
mosphäre an sich und ohne ihre regelmäfsigen und u
den Schwankungen, und berücksichtigen wir zugleich,
Höhe der Quecksilbersäule unter verschiedenen Breit
an sich, sondern nur als durch den Druck der auf
henden Luftsäule gegeben betrachtet werden kann,
vor allen Dingen nicht übersehn werden, dafs nach
Gesetzen ein Gleichgewicht im ganzen Luftmeere st
mufs. Es scheint mir hiernach nicht genügend und
Fall nicht deutlich einleuchtend zu seyn, mit Hans
sagen, es finde zwischen der Länge der Quecksilbers
des Pendels das nämliche Verhältnifs statt und müsse
erstere unter dem Aequator auf gleiche Weise länger
letztere kürzer seyn, oder mit Poggendorff die Höhe
rometers für sich als eine solche zu betrachten, die ei
all gleich schweren Luftsäule das Gleichgewicht halte
denn dafs auch die Schwere der Luft unter dem
auf gleiche Weise, als die des Quecksilbers, geri
unterliegt keinem Zweifel. Berücksichtigt man die h
waltenden Bedingungen einseitig, so ist kaum zu v
dafs man in Irrthümer verfalle. Folgendes scheint
bei im Einzelnen festzustellen, wenn man zu ein
tigen Endresultate gelangen will. Zuerst verliert di
Schwere unter dem Aequator auf gleiche Weise, als da
silber, und für den Zustand des Gleichgewichts bei
sigkeiten müfste daher die Barometerhöhe unter alle
gleich seyn, insofern die Barometerhöhe als eine F
Drucks der Luftsäule betrachtet wird und die Verm
der Schwere sich daher bei beiden gleichmäfsig co
Zweitens ist aber die Luft unter dem Aequator durch
mehr ausgedehnt, sie enthält ungleich mehr Wasserd
sonach leichter und hieraus würde also eine geringe
der sie balancirenden Quecksilbersäule folgen. Drit
wird die Luftsäule durch die Schwungkraft weit stär
cirt, als die Quecksilbersäule, weil sie ungleich lä
die Geschwindigkeit ihrer Bewegung bei der Rotation

Digitized by Google

gröfser ist. Den Werth dieser letztern Gröfse zu be-
n dürfte eine für die Analyse unmögliche Aufgabe seyn,
man berücksichtigt, dafs die Grenze der Atmosphäre
lich genau bestimmbar, die Abnahme ihrer Dichtigkeit
egen der nicht völlig ausgemachten Temperaturvermin-
nicht hinlänglich bekannt ist, abgesehn von dem
alls nicht auszumittelnden Einflusse des Dampfgehaltes.
berflächliche Berechnung ergiebt jedoch schon, dafs die
ngkraft der Lufttheilchen in der Entfernung einer Meile
er Erdoberfläche sich zu der des Quecksilbers wie
zu 1 verhält, wenn man die Schwungkräfte beider
nzen dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional
nd den Halbmesser der Erde zur 860 Meilen annimmt.
ms diesem Grunde müfste daher die Quecksilbersäule
dem Aequator kürzer seyn, weil sie durch eine leichtere
ule gedrückt wird, und die Würdigung beider zusam-
rkenden Ursachen bestimmten mich daher früher zu die-
nahme, die aus den gegebenen Bedingungen auch al-
gs folgen würde, wenn nicht zugleich das statische
gewicht der gesammten Luftmasse zu berücksichtigen
Allerdings sind die einzeln genommenen Luftsäulen un-
em Aequator leichter, als die unter höhern Breiten, al-
hiernach müfsten sie durch den Gegendruck der letztern
en werden und sie würden daher oben abfliefsen, wenn
die angrenzenden, stets nur um einen geringen Theil
en Luftschichten dieses hinderten. Denken wir uns aber
nter dem Pole vertical aufgerichtete, eine Quecksilber-
von gewisser Höhe enthaltende Röhre durch eine über
nzen Quadranten der Erde fortlaufende mit einer zwei-
rticalen unter dem Aequator verbunden, so mufs die
silbersäule in der letztern so viel höher seyn, als die
nderung der Schwere beträgt, wenn beide einander das
gewicht halten sollen, gleiche Temperatur beider vor-
etzt. Dieses leidet aber eine unmittelbare Anwen-
auf die die Erde umgebende Atmosphäre. Ist also
ser wirklich das angenommene Gleichgewicht vorhan-
so mufs eine einzelne Luftsäule unter dem Aequator,
chtet ihres durch alle drei angegebenen Ursachen vermin-
Gewichtes, einen gleichen Druck ausüben; sie mufs
um so viel länger werden, als die Summe der einzelnen

Digitized by Google

Gröfsen erfordert, und die mit ihr im Gleichgewichte ste
Quecksilbersäule wird daher gleichfalls um einen proport
len Theil, das heifst um so viel, als die Verminderung
Schwere beträgt, länger seyn müssen.

Hierbei wird jedoch der Zustand der Ruhe und
Gleichgewichts der Atmosphäre vorausgesetzt und es k
hiernach die *Excentricität* der Atmosphäre gefunden we
wenn nicht die zu ihrer Berechnung nach diesen Prin
erforderlichen Bestimmungen allzu ungewifs wären. O
doch dieser Zustand des Gleichgewichts wirklich vorh
ist, die Luft nicht vielmehr in den obern Regionen stet
fliefst, wie grofs die Geschwindigkeit ist, womit diese
schieht und die untern Schichten diesemgemäfs sich k
also leichter werden und weniger auf das Barometer dr
ob demnach diese den Luftdruck unter dem Aequator un
demselben zugehörige Barometerhöhe vermindernden Ur
der für die Compensation der verminderten Schwere erf
lichen Gröfse gleichkommen oder sie wohl gar übertreffe
also die Höhe der Quecksilbersäule unter dem Aequator
lich gröfser sey, als unter dem Pole, diese Frage kan
den bis jetzt hierüber bekannten Thatsachen unmöglich
retisch genügend beantwortet werden, da wir, die Ung
heit über Temperatur und Dampfgehalt nicht gerechnet,
die Stärke des aufsteigenden und oben abfliefsenden Lu
mes unter dem Aequator keineswegs hinlängliche Ken
haben.

44) Zur Auffindung der Gesetze, die die Gröfse des
leren Barometerstandes unter verschiedenen Breiten und
haupt an den verschiedenen Orten bestimmen, genügt es
keineswegs, die Atmosphäre als im Zustande der Ruh
findlich anzunehmen, vielmehr müssen wir auch die üb
Bedingungen aufsuchen, die auf jene Gröfse von unverk
barem Einflusse sind, deren allgemeinste mir folgende zu
scheinen.

a) Unter der Linie und überhaupt in der äquatoria
Zone findet in Folge der Erwärmung und des stets neu
zeugten Wasserdampfes eine beständige aufwärts gehende S
mung statt, wodurch der Luftdruck vermindert und die Q
silbersäule im Barometer verkürzt werden mufs.

) Ebendiese unter den Tropen statt findenden Bedin-
n erzeugen einen Andrang der Luftmassen aus höhern
n, welcher, auch durch anderweitig bekannte Ursachen
lafst, im Ganzen die Passatwinde erzeugt. In der Re-
derselben mufs nothwendig eine Anhäufung der Luft-
n statt finden, die sich auch durch einen ungewöhnlich
Barometerstand daselbst kund giebt, weswegen der Ba-
erstand von der Polargrenze der Passatwinde an mit zu-
enden Breiten wieder abnimmt[1].

c) Je mehr der Barometerstand in Folge der im Luft-
e statt findenden, nicht sowohl starken, als vielmehr
eichen Schwankungen wechselt, um so geringer scheint
mittlere Höhe der Quecksilbersäule im Barometer zu seyn.
Beweis hierfür scheint mir aus folgender Betrachtung her-
gehn. Nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit müfste
Barometer an jedem gegebenen Orte um eine gleiche Grö-
über seinen mittlern Werth steigen, als es unter denselben herabsinkt; allein die Erfahrung zeigt, dafs die letztere
ße die erstere bei weitem übersteigt, und hieraus mufs
wendig eine Depression des mittleren Standes hervorgehn.
Beweise des obigen Satzes führe ich nur an, dafs in dem
e der Beobachtungen zu Apenrade der niedrigste Barome-
tand 17,34 par. Lin. unter dem mittleren, der höchste aber
10,27 Lin. über demselben betrug, und ein ähnliches Ver-
ifs wird man ziemlich nahe überall unter mittleren Brei-
finden. Auch zu Felix-Harbour, um aus dem hohen
den eine Beobachtung zu nehmen, war der mittlere Stand
Z. 1,20965 Lin., das Minimum 27 Z. 1,625 Lin., das
imum 28 Z. 10,399 Lin., mithin die Abweichung vom
el bei jenem 11,58465, bei diesem 9,18935 Linien.

d) An Orten, wo durch eigenthümliche Ursachen die
erung häufig wechselt, namentlich an Seeküsten, an de-
die feuchte Seeluft mit der des Landes in steter Berüh-
ist und wo beide unablässig mit einander gemengt wer-
, insbesondere unter höheren Breiten, wo die mittlere
peratur des Meeres höher ist, als die des Landes, wer-
allezeit mehrjährige Beobachtungen erfordert, um den
leren Barometerstand aufzufinden, und meistens ist derselbe

---

1 v. Humboldt in Poggendorff's Ann. XXXVII. 250.

Digitized by Google

niedriger, als er der Theorie nach und in Vergleichun
andern unter gleichen Breitengraden seyn sollte. Einen
fallenden Beweis hierfür liefert eben der mittlere Baro
stand zu Christiania unter 59° 55′ N. B., welcher nur 33
par. Lin. beträgt. Hansteen[1] vergleicht denselben mit
mittleren zu Paris = 337,53 und leitet diesen Unterschie
der höhern Breite her, was jedoch als unstatthaft ers
wenn wir eine Vergleichung mit dem zu Felix-Harbou
ter 70° nördl. B. aus 30 Monate anhaltenden Beobachtu
= 337,2096 par. Lin. gefundenen anstellen. Die oben
gebenen geringen Barometerhöhen auf Island und Grönlan
gleichfalls aus dieser Ursache abzuleiten, wie denn au
v. Buch[2] schon 1807 den ungewöhnlichen niedrigen Ba
terstand an Küsten, namentlich in Norwegen, als eine
der in jenen Gegenden herrschenden südlichen und südw
chen Luftströmungen ansah. Eine ähnliche Anomalie
sich nach Erman[3] zu Ochozk und Peter-Paulshafen auf K
schatka, wo der mittlere, auf den Meeresspiegel und
reducirte Barometerstand nach sechsmonatlichen Beobachtu
nicht mehr als 333,56 par. Lin. beträgt. Auf der a
Seite zeigen sich an einigen Küsten ungewöhnlich hohe
rometerstände, namentlich zu La Rochelle, Nantes un
Malo[4], wozu noch der auf Teneriffa nach L. von Buch
338,44 par. Lin. gefundene kommt, wovon dieser Gelehr
Ursache in einer Anhäufung der Luft durch entgegenge
Luftströmungen findet. Vielleicht lassen sich die ange
nen Bedingungen zu einem allgemeinen Gesetze erheben,
ches dann heifsen würde: wenn die Luft über einem Kü
lande im Mittel kälter ist, als die des umgebenden Me
so dafs die Oberfläche des Landes eine Erhöhung ihrer W
me durch die des Meeres erhält, so strömt die kältere
des Landes dem Meere zu, sie wird weniger zusamme
drückt und erzeugt einen niedrigern Barometerstand; im u
kehrten Falle findet das Gegentheil statt. Es ist jedoch

1 A. a. O. S. 289.
2 G. XXV. 331.
3 Poggendorff Ann. XVII. 339.
4 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 916.
5 Canar. Inseln. S. 71.

er, für so vielseitig bedingte Phänomene allgemeine Ge- aufzustellen.

Zur genauen Bestimmung des mittleren Barometerstandes so viel längere Zeit anhaltende Beobachtungen erforder- je mehr die einzelnen Barometerhöhen von der mittleren eichen. Dieses ersieht man deutlich aus einer Vergleig der mittleren Barometerstände an den nämlichen Orten erschiedenen Jahren. Als Beispiel diene unter andern Frei in der Schweiz, wo das auf 0° reducirte Mittel aus den 21 und um 3 Uhr angestellten Beobachtungen im Jahre 8 = 705,95, im Jahre 1829 = 705,24, im Jahre 1830 706,692, 1831 = 706,12, 1832 = 707,745 und 1833 706,66 Millimeter gefunden wurde[1]. Schouw[2] hat ferner ch eine tabellarische Zusammenstellung gezeigt, dafs der erschied der jährlichen und monatlichen Mittel mit den den der Breite bedeutend zunimmt. Es waren nämlich

Orte	Breite	Unterschied der unter sich abweichenden jährlichen Mittel		monatlichen Mittel	
lix-Harbour[3]	60°59′	2 Jahre	0‴,29	2 J. 8 Mon.	7‴,05
s (Island) .	64	8 —	1,80	12 Jahre	15,92
penhagen .	56	12 —	1,82	11 —	11,39
ona . . .	53,5	6 —	1,18	— —	— —
is . . .	49	11 —	1,56	11 —	7,53
gna . .	44,5	4 —	0,82	5 —	6,15
pel . . .	41	7 —	0,94	7 —	6,06
Thomas .	19	—	—	1 —	1,75
istianborg .	5,5	—	—	22 Mon.	1,92

raus scheint hervorzugehn, was sich auch in andern Be- hungen zeigt, dafs das Barometer innerhalb des nördlichen arkreises sich derjenigen Regelmäfsigkeit wieder nähert, die in der äquatorischen Zone eigen ist.

45) Vor allen Dingen ist erforderlich, die mittleren Ba- meterstände von solchen Orten zu haben, deren Höhen über

1 Biblioth. univ. 1834. p. 88.
2 Poggendorff Ann. XXVI. 399.
3 Ross Narrative cet. Appendix.

Digitized by Google

der Meeresfläche genau bekannt sind. In Frankreich gil
zu Paris gefundene als ein normaler, in Deutschland
fehlte ein solcher bisher noch, so allgemein auch Liebh
für barometrische Höhenbestimmungen existirt und so
es demnach seyn würde, ein Netz für die Coordinaten
Höhen über den gröfsten Theil von ganz Deutschland z
halten. Es war daher ein höchst lobenswerthes Unterne
der Berliner Akademie, dafs sie im Jahre 1823 einige M
gleichzeitige Beobachtungen an den Küsten der Nord-
Ostsee, zu Berlin und an einer grofsen Menge von Ort
ganz Deutschland veranlafste, um die erforderlichen Fu
mentalbestimmungen mit einem Male zu erhalten. Allein
Physikern und Liebhabern, welche damals mit grofsem
esse hieran Theil nahmen, war der so eben (unter c) a
stellte Satz noch nicht bekannt, welcher selbst jetzt noch
manchen übersehn oder wohl gar bestritten wird, dafs u
telbar an der Meeresküste angestellte Beobachtungen ke
cheres Resultat geben, auf jeden Fall nicht in so kurzer
es fehlte daher an der erforderlichen Basis, indem eben
diesem Versuche die Unmöglichkeit, eine solche auf dem
wählten Wege zu erhalten, überzeugend hervorging, we
gen auch kein Resultat dieser Bemühungen, an denen
selbst mit Vergnügen und im besten Vertrauen auf dessen
lingen Theil nahm, bekannt werden konnte. Erst später
de mir diese Sache klar und nach Berathung eben mit
Berliner Gelehrten, Poggendorff, Oersfeld und Carl
ter, wurde Mannheim als derjenige Ort gewählt, wo der
lere Barometerstand für Deutschland aufgefunden werden
weil daselbst in nicht bedeutender Höhe und in hinlängli
Entfernung vom Meere weder hohe Berge, noch dichte W
dungen, noch sonstige Ursachen örtliche Störungen hervor
gen können. Es wurde daher daselbst ein Normalbaro
mit einer 5 Lin. weiten Röhre aufgehangen, welches zwar
nen constanten Fehler der Scale hatte, der jedoch durch h
länglich viele Vergleichungen mit einem vorher nach ei
Fortin'schen geprüften Barometer von Loos und mit ei
Horner'schen von Oeri corrigirt worden ist, und v. Heitt
stein (der Vater), dessen Sorgfalt, Gewissenhaftigkeit
Uebung hinlängliche Bürgschaft gewähren, übernahm das m
same Geschäft, täglich dreimal, um 21^h, 3^h und 9^h, Beob

n aufzuschreiben. Das isolirte und nicht bewohnte Zim-
war gegen schnelle örtliche Erwärmungen geschützt, und
onnte ein auf dem Thermometerbrete angebrachtes Ther-
eter von COLLADO die Temperatur des Quecksilbers mit
gender Sicherheit angeben. Das auf 0° C. reducirte, für
constanten Fehler corrigirte Mittel aus den Jahren 1833
1834 ist gefunden worden:

1833 für $21^h = 333{,}8194$, für $3^h = 333{,}6843$
1834 — — $= 335{,}3054$ — — $= 335{,}1703$

Mittel $= 334{,}5624$ $= 334{,}4273$,

auf 0° reducirte und corrigirte mittlere Barometerstand in
zwei Jahren ist also = 334,4273 par. Lin. Auf den
en Blick muſs jedoch der groſse Unterschied beider Mit-
erthe auffallen und auf den Gedanken führen, daſs der
lere Barometerstand aus diesen beiden Jahren von einem
einer längern Reihe von Jahren entnommenen Mittel be-
hlich abweichen könnte. Um diesen Fehler zu corrigiren,
der bekannte Meteorolog Dr. EISENLOHR aus den von
geführten Registern, die für die beiden Jahre 1833 und
34 ohne alle Unterbrechung sind und seit 1823 nur ei-
ge unbedeutende Lücken haben, die mittleren Barometer-
öde für 21^h und 3^h gesucht und hieraus für die beiden
re einen Unterschied = 0,377 Lin. gefunden. Unter der
m zu bezweifelnden Voraussetzung, daſs dieser nämliche
terschied auch für Mannheim gilt, wäre demnach

Mittel aus 1833 und 1834 = 334,4273
Unterschied aus mehrern Jahren = 0,3770

Corrigirter mittlerer Bar.-Stand = 334,0503 par. Lin.

46) Zunächst war dann erforderlich, die Höhe des Be-
chtungsortes in Mannheim über dem Spiegel des Meeres
bestimmen. Am nächsten liegend wäre es, das Gefälle
Rheins bis zu seiner Mündung in die Nordsee auszumit-
n, schon früher aber kannte man durch die Bemühungen
r französischen Ingenieurs die Höhe desselben über dem
ittelländischen Meere. Nach diesen[1] liegt die Schwelle der
annheimer Sternwarte 302,3 Fuſs über dem mittelländischen
eere, und diese nach TULLA's Rheinmessung 25,2 Fuſs

1 v. ZACH Corr. astron. T. I. p. 150.

Digitized by Google

über dem mittleren Stande des Rheins am Pegel, wonach
Höhe des Rheinspiegels 287,1 Fuſs über dem Meere be
Dieselbe Höhe fand Epailly = 284 F., Tulla dagegen 28
die neueste Messung des Hauptmann Klose[1] giebt für die Sch
der Sternwarte 307,44 Fuſs und für die mittlere Höhe
Rheinspiegels am Pegel 283,5 Fuſs. Die Schwelle der S
warte läge somit nur 23,94 Fuſs über dem Rheinspiegel.
diese Bestimmungen weichen nur unbedeutend von ein
ab, wir können aber am sichersten die letztere annehmen,
auf geodätischen Messungen beruht, oder in runder Zahl
Fuſs. Bei allen Angaben liegt die Höhe von Straſsburg
dem mittelländischen Meere zum Grunde, welche für
Schwelle des Münsters nach trigonometrischen Messungen
Nivellirungen 448 Fuſs 10 Zoll beträgt. Eine Nivellirun
Ortes, wo das erwähnte Normal-Barometer beobachtet
hatte Eisenlohr, Prof. in Mannheim, die Güte zu über
men und fand hiernach den Aufhängepunct des Baro
10,905 Meter oder 33 F. 6 Z. 10,142 Lin. par. Maſs
dem Nullpuncte des Pegels. Diese Gröſse zu der erhal
addirt liegt also der Beobachtungspunct zu Mannheim 3
par. Fuſs über dem Spiegel des mittelländischen Meeres.

47) Es würde sehr interessant seyn, wenn es mö
wäre, diese Höhenbestimmung über dem mittelländi
Meere mit einer andern über der Nordsee zu vergleic
woraus noch obendrein eine Entscheidung der viel ventil
Frage über die Vertiefung des mittelländischen Meeres
vorgehn könnte; es ist aber bis jetzt noch nicht möglich,
über zur Gewiſsheit zu gelangen, indem das Nivellement
Rheins nur von Amsterdam bis Bingen reicht[2]. D
Krayenhoff's Nivellement[3] ist die Höhe des Nullpunctes
Pegel zu Emmerich am Rheine und zu Grave an der M

---

1 Diese Mittheilungen verdanke ich den HH. v. Hen
und Amtmann Hoffmann zu Boxberg, welche beide sie vom Ha
mann Klose erhalten haben.

2 Die nachfolgenden Angaben verdanke ich der gütigen Mitt
lung des Prof. G. Bischof in Bonn und des Dr. Mohr in Coble
welche sie für wissenschaftliche Zwecke von Kön. Preuss. Beam
zu Cöln und Coblenz erhielten.

3 Recueil d'observations hydrographiques et topographiques f
tes en Hollande. Amst. 1813.

r Nordsee bekannt. Hieraus ergiebt sich die Höhe des ctes am Rheinpegel zu Düsseldorf über dem Null- les Hauptpegels zu Amsterdam = 82 F. 8 Z. 2 Lin. lufs. Aus einem Nivellement von Düsseldorf bis zur d an dieser hin bis zu deren Mündung in die Maas oepenhuis, sodann bis Grave interpolirt, findet sich mliche Höhe = 85 F. 10 Z. 4 Lin. Ferner ergiebt ellement des Nordcanals, und wenn die Strecke der n Venlo bis Grave interpolirt wird, diese Gröfse . 7 Z. 3 Lin. Diese drei Bestimmungen von glei- ertheilt angenommen und vom Nullpuncte des Haupt- n Amsterdam bis zum mittleren Spiegel der Nordsee Zoll 6,5 Lin. hinzuaddirt giebt die Höhe des Null- am Rheinpegel zu Düsseldorf = 85 F. — Z. 1,5 Lin. lufs = 82,03 par. Fufs. Hierzu kommen bis Cöln is Bonn 24,6, bis Coblenz 44 par. Fufs, und der Null- les Rheinpegels bei Coblenz liegt sonach 183,03 par. er dem Spiegel der Nordsee bei Amsterdam. Das Ge- s Rheins von Coblenz bis Bingen beim Einflufs der durch den preuss. Ingenieur VAN DER BERGH bei Ge- des Sprengens der Felsen im Flusse sehr genau ge- den; es ändert sich mit dem verschiedenen allgemeinen tande und beträgt beim mittlern Stande des Wassers rhein. Fufs. Dann steht aber der Spiegel des Rheins el zu Coblenz nicht auf 0, sondern auf 7,83 Fufs, und öfse müfste daher hinzuaddirt werden, um das ganze von Bingen bis zur Nordsee zu erhalten; allein da bei igen Pegeln der Nullpunct angenommen worden ist, so es, auch rücksichtlich des hervorgehenden Resultates, ssener, diese Bestimmung für Coblenz beizubehalten r das Gefälle bis Bingen 54 rhein. Fufs = 52,17 par. F. hmen. Hiernach beträgt

ingefälle von der Nordsee bis Coblenz	183,03	par. Fufs
oblenz bis Bingen	52,17	- -
r Nordsee bis Bingen	235,2	par. Fufs
bei Mannheim über dem mittelländischen Meere	284,0	- -
Gefälle von Mannheim bis Bingen . .	49,8	par. Fufs.

letztere Strecke ist nicht nivellirt; wenn man aber das

Digitized by Google

Gefälle des Rheins auf derselben dem zwischen Binge
Düsseldorf gleich setzt, so giebt eine genaue Landcha
gende Gröfsen für die einzelnen verglichenen Strecken:

Von Düsseldorf bis Cöln giebt	51,6	par. Fufs
Von Cöln bis Bonn	53,8	— —
Von Bonn bis Coblenz	55,0	— —
Von Coblenz bis Bingen . . .	55,3	— —
Mittel . . .	53,9	par. Fufs.

Hiernach läge also der Spiegel des mittelländischen M
53,9 — 49,8 = 4,1 Fufs höher als der Spiegel der No
Man wird nicht geneigt seyn, diesem Resultate beizupfli
welches mit den bisherigen Ansichten im Widerspruche
allein da hierbei genaue directe Messungen zum Grund
gen, eine Vergleichung des Gefälles von Mannheim bi
gen mit dem zwischen Mannheim und Strafsburg aber
70 par. Fufs giebt, so kann man nicht füglich das erste
ringer als 49,8 par. Fufs annehmen, und es folgt somi
der Spiegel der Nordsee nicht höher, als der des mittel
schen Meeres liegt, und da letzterer etwa 3 Fufs tiefer
als der in der Bai von Biscaja, so müfste die Nordsee
tiefer liegen, als der letztere Meerbusen, welches Resul
dem hohen Meeresspiegel bei Suez verglichen beweisen w
dafs das Meer in Folge seiner Strömungen überhaupt
überall ein gleiches Niveau habe[1].

48) Ehe wir nach dieser bekannten Höhe von M
heim den mittleren Barometerstand daselbst auf die Me
fläche reduciren, wird es angemessen seyn, ihn mit dem
gen zu vergleichen, welcher durch langjährige, gleichm
sorgfältige Beobachtungen von HERRENSCHNEIDER zu St
burg aufgefunden und durch die mühsamen Rechnungen
SENLOHR's[2] mit seltener Genauigkeit bestimmt worden ist.
gebrauchte Barometer hing 16 Zoll über dem Steinboden
Münsters, dessen Höhe ich für gleich mit der der Schw
annehme. Letztere liegt nach geodätischen Messungen 445
10 Z. über dem Spiegel des mittelländischen Meeres, und
Seehöhe des Barometers beträgt also 450,2 Fufs, die

1 Vergl. Art. *Meer*. §. 87.
2 Poggendorff Ann. XXXV. 141.

heimer ist oben 317,5 angegeben worden, der Höhenunter-
beträgt also 132,7 par. Fufs. Die mittlere Höhe des auf 10°
lucirten Strafsburger Barometers findet Dr. EISENLOHR aus
hren = 333,13472 par. Lin., aus den letzten 27 Jahren
806 bis 1832 = 332,99072 Lin. und aus den Jahren
bis 1825 = 333,0834; das Mittel aus den beiden ersten
mungen giebt 333,062495 und ich wähle daher den
n Barometerstand für Strafsburg = 333,0834 par. Lin.
ESCHNEIDER berechnet aus dem mittleren Barometer-
= 333,027 par. Lin. die Meereshöhe von Strafsburg
7,9 Fufs, was dem Resultate der geodätischen Messung
so nahe kommt, als sich nur erwarten läfst, allein da-
der mittlere Barometerstand im Niveau des Meeres als
angenommen worden, welcher aber erst ausgemittelt wer-
oll. Wird also die Gröfse von 333,0834 par. Lin. auf
reducirt, mit Rücksicht darauf, dafs die Barometer-
sich auf einem hölzernen Brete anliegend befindet, so ist
ducirte mittlere Barometerhöhe zu Strafsburg = 332,3334
r Linien. Dr. EISENLOHR findet ferner die corrigirte
re Temperatur von Strafsburg = 8°,16 Reaum. Da
h der uncorrigirte mittlere Werth = 7,86003 mit dem
1815 bis 1832 in einem Brunnen gefundenen = 7,86997
nau übereinstimmt, so behalte ich diesen um so mehr
ils die von den nahen Alpen herabkommenden kalten
ömungen die Temperatur von Strafsburg bedeutend her-
ken können. Diesemnach ist die mittlere Temperatur
trafsburg = 7°,87 R., die mittlere Temperatur von
eim können wir nach vieljährigen Beobachtungen füg-
8°,13 R. annehmen. Wird dann nach der bekannten

$$386{,}41(1+0{,}002711\ \mathrm{Cos.}\,2\varphi)\left(1+\frac{t+t'}{426{,}6}\right)\mathrm{Log.}\frac{H}{h},$$

H und h die reducirten Barometerhöhen, t und t' die
raturen und φ die Breite bezeichnet, der Höhenunter-
beider Orte gesucht, so ergiebt sich dieser = 130,55
Es ist aber dieser Höhenunterschied

nach geodätischer Messung	132,70	par. F.
— barometrischer Messung	130,55	— —
Differenz	2,15	par. F.,

Digitized by Google

welche auf einem geringen Unterschiede der Temperatu
des mittleren Barometerstandes beruhn kann.

49) Um bei bekannter Höhe über dem Meeresspie
gefundene Barometerhöhe von 334,0503 par. Lin. auf
zu reduciren, darf man nur die Formel für das barom
Höhenmessen umkehren, wonach also

$$\text{Log. H} = \text{Log. h} + x\left(\frac{426{,}6}{56386{,}41\ (426{,}6 + t + t')}\right) \times \left(\frac{1}{(1 + 0{,}002711 \cdot \text{Cos. } 2\varphi)}\right)$$

wird, und findet hiernach, x = 317,5 par. Fufs gese
die mittlere Temperatur t′ zu Mannheim = 8°,13 un
Spiegel des Meeres = 8°,63 R.

die mittlere Barometerhöhe für Mannheim, auf 0°
den Spiegel des mittelländischen Meeres reducirt, =
par.

Den mittleren Barometerstand auf 0° C. und den Mee
gel reducirt, jedoch ohne Rücksicht auf die geogra
Breite, giebt Schuckburgh = 337,7469, Oriani = 3
und Arago = 337,28176 par. Linien an[1], sämmtlich
stimmungen kleiner, als die hier gefundene. Aus den
folgenden Untersuchungen wird aber hervorgehn, dafs
nen allgemeinen Normalbarometerstand im Niveau des
giebt, sondern dafs derselbe theils in gewisser Hinsicht
mäfsig, theils regellos wechselt. Vor allem andern m
her untersucht werden, was die Erfahrung darüber an

Es ist bereits erwähnt worden, dafs Schouw, bewoge
den unzweifelhaften niedrigen Barometerstand auf Island u
land, der Hypothese einer nach den Polen hin statt fi
Abnahme des mittleren Barometerstandes geneigt wurde.
Ueberzeugung wuchs noch mehr, als ein von der mete
gischen Gesellschaft zu Kopenhagen nach Island gesand
rometer durch Vergleichung mit dem von Thorstein
brauchten die Richtigkeit desselben aufser Zweifel setz
nach also der mittlere Barometerstand zu Näs auf Island
64° N. B. nicht mehr als 333,95 Lin. bei 0° C. b
Dieser Barometerstand, mit dem verglichen, welchen

1 Nach v. Humboldt in Hertha Th. IV. S. 14.
2 Froriep Notizen 1825. N. 255.

auf Gran Canaria = 339‴,09 und Escolar durch
rige Beobachtungen auf Teneriffa = 338‴,44 gefunden
, bestätigt nicht blofs die obige Ansicht, sondern reizte
zum weitern Verfolgen der interessanten Aufgabe. Des-
hat Schouw[2] die Frage über den mittleren Barometer-
nicht blofs nach allgemeiner bekannten Thatsachen aus-
h und gründlich untersucht, sondern dabei auch minder
te benutzt und diese noch durch eigene schätzbare ver-

Alles dieses ist so wichtig, dafs ich bei der Mittheilung des Inhalts mir nur wenige, das Wesen der Sache nicht ide Abkürzungen erlauben darf.

1) Vor allen Dingen sind die Schwierigkeiten zu beachtigen, welche bei diesen Untersuchungen hindernd in Weg treten, namentlich die unbestimmte Genauigkeit der chten Barometer, die Ungewifsheit der Correction für ratur und Capillarität und die Unsicherheit, welche aus ze Zeit dauernden Beobachtungen hervorgehn. Vorzügschätzbar sind daher solche Beobachtungen, die entweder m nämlichen Barometer unter verschiedenen Breiten anwurden, um aus dem Verhältnisse der erhaltenen Grödas vorhandene Gesetz zu entnehmen, oder bei denen geprüfte Barometer dienten, die alsdann nicht blos die re-, sondern zugleich auch die absoluten Gröfsen des Luftzu verschiedenen Orten geben. Unter die letzte Classe vor allen diejenigen, welche Schouw von Trentehielt. Dieser beobachtete auf einer Reise nach China barometer meistens täglich (nach bürgerlicher Zeit vom an gerechnet) um 5, 9, 12, 4 und 10 Uhr, so dafs ittel aus diesen Beobachtungen füglich für die eigentlitlere Gröfse des Barometerstandes dienen kann. Die auf cirten Barometerstände waren:

Abhandl. der Berliner Akademie. 1820 u. 21.
Poggendorff Ann. XXVI. 395. Ann. de Chim. et Phys. T. LIII.

Digitized by Google

N. B.		Barometer	N. B.		Barometer
32°	0′	341‴,29	8°	16′	336‴,15
31	5	340,65	7	14	336,04
29	7	339,85	6	59	336,15
27	19	339,67	6	31	336,04
25	36	338,87	6	12	336,24
23	41	338,91	5	40	336,13
21	51	338,49	5	28	336,11
19	40	338,49	4	38	336,03
17	15	337,96	4	9	336,20
15	16	337,47	4	36	334,10
13	46	337,45	4	57	335,60
12	18	337,14	4	53	335,40
10	45	336,46	4	51	335,50
9	38	336,04	4	46	336,05

51) Die Beobachtungen des Cap. Spencer[1] von neiro bis Spithead, wovon Schouw die Mittel für die winde zusammenstellt, gebe ich hier nach der Reihe die Mittagsbeobachtungen auf 0° reducirt.

Breite		Länge w. v. G.		Barometer	Breite		Länge w. v. G.		Baro
24°	25′ S.	25°	24′	336‴,478	4°	19′ N.	28°	8	335
24	17 —	23	13	337,040	5	18 —	22	14	334
23	25 —	21	38	337,521	6	56 —	23	51	335
22	31 —	21	46	337,716	9	13 —	24	58	333
20	57 —	22	24	337,378	11	41 —	26	55	336
18	52 —	22	49	337,543	14	18 —	29	1	336
15	37 —	22	48	337,491	17	11 —	30	12	337
11	54 —	22	33	337,153	20	8 —	31	3	338
8	6 —	22	6	336,447	22	25 —	32	15	338
4	55 —	22	0	335,818	24	30 —	34	18	339
2	14 —	22	3	335,930	26	1 —	35	43	340
0	8 N.	21	53	336,040	26	36 —	36	41	340
2	14 —	22	0	335,312	27	50 —	38	26	340

52) Trentepohl zeichnete auf seiner Reise nach täglich mindestens dreimal den Barometerstand auf und aus berechnet Schouw den auf 0° C. reducirten mittl rometerstand im atlantischen, im indischen und im S von 10 zu 10 Graden, auf der nördlichen und

1 Daniell Meteorol. Essays. T. I. p. 348.

sphäre, dem Uebergange von der einen zur andern d.

Atlantisches Meer		Indisches und Südmeer	
Breite	Barometer	Breite	Barometer
30° bis 20° N.	341‴,55	30° bis 20° S.	338‴,84
20 — 10 —	338,70	20 — 10 —	337,97
10 — 0 —	338,56	10 — 0 —	336,33
0 — 10 S.	338,50	0 — 10 N.	336,23
10 — 20 —	340,28	10 — 20 —	336,51
20 — 30 —	340,89	20 — 22 —	340,17
30 — 20 —	340,26	20 — 10 —	338,73
20 — 10 —	339,70	10 — 0 —	337,09
10 — 0 —	338,17	0 — 10 S.	336,52
0 — 10 N.	337,31	10 — 20 —	337,22
10 — 20 —	337,44	20 — 30 —	338,13
20 — 30 —	339,42		

3) Erman[1] hat seine Beobachtungen unter verschiede-reiten nach bestimmten Meridianen geordnet; ich stelle r lieber nach der Breite folgend zusammen. Aus der der Passatwinde sind folgende Messungen mitgetheilt:

N.	Länge W.	Barometer	Breite S.	Länge W.	Barometer
5	170°5	336‴,339	0°0	229°,0	337‴,174
5	235,2	337,231	1,9	325,2	337,662
5	339,5	337,981	1,9	329,5	338,690
0	170,0	336,283	3,5	220,0	338,594
0	339,3	337,863	4,5	172,5	336,449
0	338,0	337,775	6,4	329,1	338,570
5	167,2	336,119	6,5	331,0	337,505
5	236,3	338,568	8,0	216,8	337,902
5	331,7	338,427	11,4	327,9	338,864
0	164,0	337,199	13,1	215,0	336,628
5	337,0	338,736	13,3	329,4	338,094
5	327,7	338,722	13,8	176,2	337,069
5	161,5	337,853	14,5	326,6	339,434
5	238,0	339,094	16,5	176,5	337,729
5	338,4	339,340	18,5	177,1	337,887
5	324,0	339,304	19,8	327,1	339,139
5	238,6	339,119	21,5	177,5	338,922
5	341,1	339,158	22,0	326,9	339,195
5	159,2	338,342	23,0	209,8	337,961
5	342,3	339,140	24,1	178,2	339,304
5	321,4	340,020	24,4	316,4	339,906
5	319,5	340,681	26,8	209,9	339,225

[1] Poggendorff Ann. XXIII. 144.

Digitized by Google

Aufserhalb der Grenze der Passatwinde auf der nördl. Halbkugel beobachtete Erman:

Breite N.	Länge W.	Barometer	Breite N.	Länge W.	Bar.
26°,0	239°,2	338‴,199	40°,6	345°,5	340
29,2	238,8	336,912	40,8	157,8	33
29,5	345,0	338,404	41,0	233,0	33
31,5	156,9	335,778	43,4	157,8	33
31,9	319,6	339,981	44,0	330,0	33
33,8	157,4	334,972	45,6	350,0	34
34,2	234,6	336,802	46,5	227,0	33
34,2	344,4	337,242	47,5	342,0	33
34,7	318,4	340,491	48,0	158,1	33
37,5	236,7	336,735	51,3	221,4	33
38,5	341,5	336,860	52,5	158,9	33
38,9	158,4	335,042	54,7	221,3	33
39,0	323,9	339,469	57,5	224,8	33

Wir haben hier zwar keine aus längere Zeit fortgesetz obachtungen erhaltene mittlere Resultate, sondern nu nen eines einzelnen Tages entnommene, allein dage sie wenigstens zuverlässig und als solche von gröfsere the; Horner's Beobachtungen dagegen können in Be auf die Frage über die absolute Barometerhöhe unter denen Breitengraden nicht als entscheidend gelten, wel selbst für ungenügend hält, und ebendieses gilt auch Beobachtungen auf Cook's Reise, denen die Correction der Temperatur abgeht. Schouw führt dagegen n Reihe von Beobachtungen an, welche durch Lund Reise von Kopenhagen nach Brasilien gemacht wurde 0° C. reducirt geben diese für 36° bis 20° N. B. für 20° bis 10° N. B. 336‴,28, für 10° bis 0° N. B. für 0° bis 10° S. B. 334‴,98, für 10° bis 20° S. B. Diese Werthe, namentlich die für niedere Breiten, doch so klein, dafs sie sich mit andern kaum verein sen, gleichen aber sehr den durch v. Horner erhal

54) Zu diesen auf Seereisen nur an einem Ta tenen Gröfsen setzt Schouw diejenigen, welche au Tage und selbst längere Zeit fortgesetzten Beobachtun funden wurden, die allerdings von weit gröfserem

1 Aus Tidsskrift for Naturvidenskaberne. T. V. p. 91.

Digitized by Google

ch Anwendung der erforderlichen Correctionen fand
r auf Isle de France unter 20° S. B. 338‴,9, auf
° S. B. 336‴,23, zu Rio-Janeiro 23° S. B. 339‴,95,
HL zu Fort Christianborg in Guinea 5° 24′ N. B.
genau verglichenen Barometer 336‴,95, HORN-
St. Thomas unter 19° N. B. gleichfalls aus einem
Mittel 337‴,13. Die mittlere Barometerhöhe ist fer-
r. HUMBOLDT zu Cumana unter 10° N. B. 336‴,28,
SINGAULT zu Guayra unter 10° N. B. 336‴,98, nach
zu Peru unter 12° 30′ S. B. 337‴,35. Für min-
hält SCHOUW folgende Bestimmungen. FERRER's
Beobachtungen zu Havana geben für 23° N. B. im
99 ohne Correction für die Höhe. Zu Thortorn in
ne unter 9° N. B. erhielt SABINE 336‴,13 und zu
unter 8° S. B. 338‴,13. Für die Zonen von 20° bis 35°
werden folgende Gröfsen angegeben. HEINEKEN's
Beobachtungen zu Funchal auf Madeira unter 32°,5
en reducirt 339‴,2, ESCOLAR's[1] dreijährige zu Sta.
Teneriffa unter 28° N. B. als Mittel der monatlichen
educirt 338‴,44 oder auf das absolute Mittel redu-
77, welches von LAMANON's im J. 1785 erhaltenen
= 339‴,00 nur unbedeutend abweicht. L. v. BUCH
Las Palmas auf Gran Canaria unter 28° 37′ N. B.
uli bis 10. Aug. 339‴,09, zu Puerto Orotava unter
s zwei Reihen Beobachtungen, jede von 7 Tagen,
338‴,08, auf Lancerote in 3 Tagen 339‴,80;
zu Rio Janeiro, wenn man die gefundene Gröfse
RA's Bestimmungen corrigirt, 338‴,69. Die acht-
ichtigen Beobachtungen, welche v. HUMBOLDT von
und WAHLSTRAND erhielt, geben für die Capstadt
S. B. im Mittel 338‴,24. Diese Gröfse stimmt sehr
derjenigen überein, welche RICHENET aus einjäh-
achtungen zu Macao unter 23° N. B. erhielt, näm-
23, welches zwar nicht für die Höhe corrigirt
lein da diese sicher nur gering ist, so kann füg-
angenommen werden. Einen ungewöhnlich hohen

[1] Bestimmungen, so wie die von L. v. BUCH und ESCH-
Th. I. S. 916. bereits erwähnt worden; ich führe sie des
nges wegen, und wenn sie abgeändert sind, hier wie-

Barometerstand geben die in Denham's und Clapper Reise enthaltenen Beobachtungen zu Tripolis aus den ten November bis März, nämlich für die mittlere Temp von 11°,6 R. corrigirt 341‴,28 ohne eine Correction f Höhe. Nach Schouw kann aber Coutelle's[1] Messu Cairo unter 30° N. B., wo er für 0° C. corrigirt im 336‴,41 fand, nicht als Gegenbeweis gegen den hohen meterstand unter 30° N. B. angeführt werden, weil die nicht angegeben worden ist; allein diese Stadt liegt an den des Nils, welcher aus Rücksichten auf die dortige U schwemmung nicht füglich mehr als 50 Fufs Fall haben wonach jene Gröfse corrigirt etwa 337 Linien wird, u die Beobachtungen an Genauigkeit denen zu Tripolis sch lich nachstehn, so beweisen beide neben einander gestell Einflufs örtlicher Bedingungen.

55) Einen überaus schätzbaren Beitrag zur Beantwo der vorliegenden Frage hat Schouw selbst geliefert, ind auf seinen Reisen in Italien ein Barometer von Newman mit Normalbarometer zu Altona und hiermit wieder die Baro auf den verschiedenen Observatorien verglich, um die letzteren längere Zeit hindurch angestellten Beobachtunge corrigiren, wobei er noch aufserdem durch gleichzeitig obachtungen am Meeresufer und im Innern des Landes Höhe der Beobachtungsorte ausmittelte. Gegen dieses au den Fall sehr zweckmäfsige Verfahren läfst sich blofs de reits erwähnte Einwurf machen, falls wir diesen als ge det annehmen, dafs Beobachtungen an den Meeresküsten haupt keine zuverlässigen Resultate geben, selbst wenn sie längere Zeit hindurch anhaltend fortgesetzt werden, wie den Küsten der Nord- und Ostsee wohl ohne Widerrede tig ist. Auf diese Weise fand Schouw aus siebenjährigen obachtungen von Brioschi auf dem Capo di monte bei N unter 40° 50′ N. B. als reducirtes Mittel 337‴,94, für Li no unter 43° 33′ N. B. 337‴,8, für Florenz unter 43° 46 B. nach Inghirami's neunjährigen Beobachtungen 337‴,76 Bologna unter 44° 29′ N. B. aus fünfjährigen Beobachtun von Caturegli und Morati 337‴,87, für Padua unter 23′ N. B. aus funfzehnjährigen Beobachtungen im Gior

1 Description de l'Égypte. T. XIX.

meteorologico 337‴,87. Ebendiese Beobachtungen aber, gleiche Weise corrigirt und auf den Meeresspiegel nach durch Sartini angenommenen Höhe von 94,5 F., die wirklich zu grofs ist, reducirt, geben 338‴,21, was ich für iger halten und daraus einen abermaligen Beweis herneh- möchte, dafs die Barometer an den Meeresküsten unter ren und höhern Breiten meistens niedriger stehn, als den enen Orten zukommt. Auch Padua ist seiner Lage nach dazu geeignet, einen Normalpunct zur Ausmittelung des ten Barometerstandes abzugeben. Der mittlere Barome- nd zu Altona unter 53° 35′ ist nach sechsjährigen Be- tungen 337‴,09. In Palermo unter 38° 9′ N. B. konnte ow wegen beschädigten Barometers nicht selbst eine Ver- hung anstellen, aus einer durch Herschel vorgenomme- aber findet er die mittlere corrigirte Barometerhöhe dort ,21, für London aber unter 51° 31′ N. B. aus siebenjäh- Beobachtungen von 1823 bis 1829 nach gehöriger Re- on 337‴,33.

56) Einige Bestimmungen, welche bereits[1] angeführt sind, Schouw gleichfalls aufgenommen, jedoch weichen seine gen in Folge anderer Reductionen etwas ab. Dahin ge- unter andern die mit den Barometern der Mannhei- Gesellschaft erhaltenen, die man durch eine Correction 0,26 Linien, welche Gröfse ich von einem gleichen, sigen Cabinette befindlichen Barometer entnehme, der heit näher bringt. Hiernach fand Silvabelle zu Mar- unter 43° 17′ im Mittel 337‴,64, van der Perre zu elburg unter 51° 30′ N. B. 336‴,86, van Swinden zu unter 52° N. B. 336‴,97, Wilse zu Spydberg unter 18′ N. B. 336‴,42 und auf dem Observatorium zu Stock- unter 59° 20′ erhielt man nur 335‴,91 par. Lin. Die immungen von Dangos für Malta unter 35° 53′ N. B. zu ‴,42, von Dalton für Keswick und Kendal unter 54° zu 337‴,00, von Fleuriau de Bellevue für Rochelle 46° 9′ zu 338‴,833 und von Herzberg für Stift Ber- unter 60° 10′ zu 335‴,85 finde ich keinen Grund abzu- ern.

57) Schouw theilt ferner noch folgende Bestimmungen

[1] S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 916.

Digitized by Google

mit. Guerin erhielt zu Avignon unter 43° 57′ aus zeh
ren 337‴,80; das Mittel aus 11jährigen Beobachtunge
Arago und Bouvard giebt für Paris unter 48° 50′
337‴,81; nach de la Marmora ist nach dreijährigen
achtungen der mittlere Barometerstand zu Cagliari unt
27′ N. B. 337‴,03; nach Risso zu Nizza unter 43° 41
336‴,5; nach Neuber zu Apenrade unter 55° N. B. 33
nach Strehlke zu Danzig unter 54° 20′ N. B. 336‴,95
Sommer zu Königsberg unter 54° 42′ nach achtjährige
obachtungen 337‴,12; nach L. Euler zu Petersburg
59° 56′ N. B. aus zwanzigjährigen Beobachtungen 33
nach Forbes zu Edinburg unter 55° 56′ N. B. aus 441
obachtungen 336‴,13; nach Dalton zu Manchester unt
28′ aus 25jährigen Beobachtungen 337‴,82 und aus de
ten 15jährigen, mit dem nämlichen Barometer angestellt
gar 338‴,49, welcher bedeutende Unterschied nothwend
irgend einem Fehler beruhn mufs, inzwischen ergiebt s
viel unverkennbar, dafs der Luftdruck im Innern des L
gröfser ist, als an den Küsten. Am merkwürdigsten sin
die auffallend niedrigen Barometerstände unter höhern B
und insbesondere an Küstengegenden, worauf Schou
Hypothese einer naturgesetzmäfsigen Abnahme des mittler
rometerstandes mit zunehmender Breite gründet. Hierhi
hören die für Christiania unter 59° 54′ durch Hansteen
achtzehnmonatlichen Beobachtungen gefundene Bestimmung
335‴,91, jedoch nicht wenig abweichend von der, w
Esmark für ebendiesen Ort angiebt, nämlich 336‴,30,
von Thorstensen für Näs bei Reikiavig auf Island unter
N. B. aus 13jährigen Beobachtungen gefundene von 333
und die durch Capitain v. Scheel zu Eyafiord an der N
küste dieser Insel unter 66° N. B. erhaltene von 334
welche mit Mackenzie's Angabe von 29,645 engl. Zoll
334‴,788 par. Lin. vermuthlich bei 4°,53 C. sehr gut
einstimmt. Hierhin gehören dann ferner die Messungen
Grönland, von denen die Kopenhagener Gesellschaft der W
senschaften die Register besitzt, wonach Dr. Pingel
Frederikshaab unter 62° 30′ N. B. aus 5 Beobachtungen
lich in den Monaten October bis April nur 331‴,8 erh
Mit dieser auffallend geringen Gröfse stimmt sehr genau
Resultat überein, welches Ginge aus 6monatlichen Beoba

zu Gothaab unter 64° N. B. mit einem Mannheimer
er ableitete, nämlich mit Hinzufügung der oben ange-
Correction 331‴,49, genauer aber ist der dortige mitt-
ometerstand durch Mühlenfhort mittelst eines zu
igen verglichenen Barometers in den Jahren 1816 bis
333‴,36 aufgefunden worden. Alle frühere Resultate
im Winter und Frühling erhalten, und ihre Uebereins
g unter sich, so wie ihre Vergleichung mit dem letzt
t es wohl aufser Zweifel, dafs dort im Winter ein
er Barometerstand herrscht, als im Sommer. Für God-
ter 68° N. B. lieferte Major Fasting 20 Monate fort-
Beobachtungen, welche nach gehörigen Correctionen
n Ort 334‴,03 geben. Frühere Beobachtungen des
Graah 10 Monate hindurch an demselben Orte geben
. Zu Upernavik unter 73° N. B. beobachtete Cor-
Monate lang dreimal täglich und erhielt als reducir-
el 334‴,77. Eine hierdurch angezeigte Vergröfserung
lleren Barometerstandes unter höheren Breiten findet
durch Parry's Beobachtungen auf Melville unter 74°
B. bestätigt; denn obgleich die Angaben zur Reduction
C. fehlen, so läfst sich doch mit Wahrscheinlichkeit
en, dafs die Temperatur an der Wand, wo das Baro-
ung, im Mittel nicht über 0° C. hinausging, und dann
Mittel 336‴,37. Ebendessen Beobachtungen bei der
-Insel unter 66° N. B. vom 15. Oct. 1821 bis 7. Juni
ir die mittlere Temperatur der Luft = 11°,25 F. cor-
geben im Mittel 335‴,66 und zu Igloolik unter 69°
19°,89 F. corrigirt, 337‴,2, welche Bestimmungen zwar
ler blofs auf Wahrscheinlichkeit beruhenden Correction
Temperatur nicht für absolut genau gelten können,
noch im Allgemeinen genugsam beweisend sind. Eine
ätzbare Reihe von Beobachtungen hat Scoresby bei
wiederholten Reisen auf den Wallfischfang aufgezeich-
denen, die mittlere Breite der besuchten Orte zu 75°
nommen, und für die gleichfalls bemerkte Mittelwärme
t corrigirt, eine mittlere Barometerhöhe von 336‴,33
eht. Erman hat durch die von ihm in einigen Ge-
Sibiriens, namentlich zu Ochozk, beobachteten unge-
edrigen Barometerstände einen hauptsächlichen Impuls
, diesen Gegenstand in nähere Betrachtung zu ziehn

Digitized by Google

und über den höchsten ungleichen Luftdruck unter ver denen Breiten und Längen Auskunft zu suchen. Schouw merkt jedoch mit Recht, dafs zu einer entscheidenden stimmung seine eigenen Beobachtungen einen viel zu k Zeitraum umfassen. Dagegen gewähren die von ihm m theilten Beobachtungen des Capitain Stanitzky in P Paulshafen unter 52° 30′ N. B., welche ein Jahr umf eine gröfsere Sicherheit und geben nach den erforderl Correctionen 334‴,06, ebenso wie die des Capitain Tscha koff auf Sitka unter 57° N. B., die jedoch nur 10 M hindurch fortgesetzt wurden, aus denen als jährliches M 334‴,9 folgt, mit einer etwa 1‴,5 betragenden Ungewif Aus hohen südlichen Breiten führt Schouw blofs die B achtungen an, welche Capitain King zu Port-Famine 53° 30′ S. B. vom Februar bis August 1828 fünfmal a anstellte und welche nach den gehörigen Reductionen 33 als jährliches Mittel geben.

58) Da der Zweck unsers Werkes vorzüglich erfo die vorhandenen Thatsachen, mit Uebergehung der eine achtung unwerthen, möglichst vollständig zusammenzust um bei dem übergrofsen Reichthum derselben dem For die Uebersicht des bereits Bekannten zu erleichtern, so ich noch Folgendes hinzu. Flinders[1] führt in seinem R berichte die unter verschiedenen südlichen Breiten beob teten Barometerstände an. Zuweilen sind jedoch nur die treme angegeben, aus denen man das Mittel nehmen m und im Ganzen sind die Barometerstände weder für die W me noch die Capillarität gehörig corrigirt. Unter der Vor setzung also, dafs die angegebene Temperatur der Luft d die des Quecksilbers im Barometer gewesen sey und dafs eine Weite der Röhre zwischen 2 und 3 Linien die Ca lardepression durch 0‴,35 corrigirt werden könne, erhält m folgende reducirte Werthe.

12° 48′ S. B.	=	335‴,5515	33° 41′ S. B.	=	337‴,2714
17 21 —	=	335,0448	33 52 —	=	336,9608
20 0 —	=	335,1000	34 44 —	=	337,5532
21 50 —	=	338,4500	35 0 —	=	335,1780

1 Dessen Reise. Weim. 1816.

ffallenden Gröfsen für 21° 50′ und für 35° 0′ abgerech-
igen diese Beobachtungen eine auch auf der südlichen
phäre mit den Breitengraden zunehmende Barometer-
zur Bestimmung des absoluten Luftdrucks sind aber
ngaben ebensowenig genügend, als die von Horner
ook, weil die Richtigkeit des Barometers nicht ver-
st. Eine schätzbare Angabe für die südliche Halbku-
die aus Paramatta unter 33° 48′ 42″ S. B. und 150°
Länge von Greenwich, wo im Jahre 1823 die mittlere
tterhöhe 62 F. über dem Meere 29,89 engl. Zoll be-
also für 64° F. und die Capillarität corrigirt und auf
eeresspiegel reducirt 336,634 par. Lin., wenn anders
Bestimmung in allen Theilen für genau gelten kann.
hr genau hiermit übereinstimmend ist der mittlere Baro-
tand, welcher aus Beobachtungen unter Brisbane's Auf-
in ganzes Jahr lang zu Port Macquarie unter 31° 26′
und 207° 3′ westl. L. von Gr. angestellt erhalten wur-
ämlich für die zugleich angegebene Temperatur corrigirt
f den Meeresspiegel reducirt 336,56 par. Lin. Rivero
obtete im Jahre 1826 vom 2. bis 5. Juni das Barometer
ich zu Callao unter 12° 1′ S. B. und 41° 37′ w. L.
Gr. in einer Höhe von 7 Meter über dem Meeresspiegel.
ieraus erhaltene corrigirte und auf den Meeresspiegel re-
e Barometerstand beträgt nach J. Oltmanns[2] 337,2214
in., eine Bestimmung, die aus Rücksicht auf die Oert-
t wohl für genau gelten kann. Einen sehr schätzbaren
zur Beantwortung der vorliegenden Frage hat Her-
[3] geliefert, indem er Ryan zu Beobachtungen eines ge-
mit dem Londoner Standart-Barometer verglichenen
nents auf seiner Reise vom Cap bis Calcutta veran-
Folgende Uebersicht stellt die erhaltenen Resultate dar.

Edinburgh Journ. of Science. N. I. p. 83. Dublin. Philos. Journ.
150.

Astronomische und hypsometrische Grundlagen der Erdbeschrei-
Stuttg. 1831. S. 72.

London and Edinb. Philos. Mag. N. XLIV. p. 78.

Digitized by Google

Nördliche u. südliche Breite	Mittl. N. u. S. Breite	Zahl d. Beob.	Mittl. corr. Baro Stand
0° bis 5°	0° 41′	7	335,770 par. L
5 — 15	9 50	10	336,085 —
15 — 25	19 12	8	338,123 —
25 — 35	31 0	10	339,192 —
35 — 40	38 25	24	337,043 —

Die geringe Höhe unter der Linie leitet Herschel von wärts gehenden Luftströmungen ab.

Einen reichhaltigen Beitrag von Barometerbeobachtu im atlantischen Oceane sowohl auf der südlichen, als auc der nördlichen Halbkugel erhielt Al. v. Humboldt[1] von pitain Quevedo, und sie sind um so wichtiger, da da brauchte Barometer zuvor verglichen wurde. Die corrig und auf 0° C. reducirten Barometerstände in par. Linien folgende.

Breite	Barom.	Breite	Barom.	Breite	Baro
35° 7′ S.	338,191	11° 32′ S.	334,420	13° 17′ N.	336,
34 4 —	335,489	9 2 —	333,958	15 24 —	335,
33 45 —	334,071	6 29 —	333,732	17 36 —	335,
30 4 —	336,332	4 26 —	333,382	19 53 —	336,
28 45 —	336,311	2 2 —	333,493	21 30 —	336,
26 24 —	335,635	0 57 —	333,958	23 40 —	335,
23 23 —	334,972	0 17 N.	333,622	25 29 —	336,
21 24 —	335,779	2 3 —	333,732	27 32 —	337,
19 48 —	335,236	4 32 —	333,493	28 58 —	338,
18 4 —	335,562	6 20 —	333,622	30 46 —	339,
16 16 —	335,342	9 23 —	334,519	32 22 —	339,
14 4 —	335,342	11 12 —	334,972	34 59 —	340,

Der niedrige Barometerstand unter der Linie und seine nahme nach beiden Seiten hin wird auch hierdurch a Zweifel gesetzt. Aus seinen Beobachtungen in der S mit demselben Barometer erhielt Quevedo folgende corrig und auf 0° reducirte Gröfsen.

---

1 Poggendorff Ann. XXXVII. 245.

eite	Barom.	Breite	Barom.	Breite	Barom.
15′ S.	335,726	30° 40′ S.	338,235	40° 48′ S.	338,191
8 —	335,647	31 35 —	338,235	43 27 —	339,046
32 —	336,107	32 20 —	338,235	45 48 —	339,733
2 —	336,547	33 5 —	338,517	47 37 —	339,763
12 —	336,885	34 16 —	338,235	50 8 —	339,773
49 —	338,010	35 25 —	337,741	54 25 —	335,559
5 —	338,573	38 17 —	340,037	57 24 —	336,423

Resultate sind nur aus einzelnen Beobachtungen erhal-
aber mit dem nämlichen Barometer, und hieraus erklärt
e im Ganzen regelmäfsige Zunahme der Barometerhöhen.
ERCHEY's Reise[1] theilt VON HUMBOLDT einige mittlere
le der im atlantischen Oceane angestellten stündlichen
chtungen mit, die zu den besten, von Reisenden gelie-
gehören sollen.

Breite	Barom.	Breite	Barom.
25° N. bis 20° N.	338,032	Von 0° S. bis 5° S.	336,859
20 — — 15 —	337,841	— 5 — — 10 —	337,455
15 — — 10 —	337,268	— 10 — — 15 —	337,932
10 — — 5 —	336,986	— 15 — — 20 —	338,202
5 — — 0 —	336,603	— 20 — — 23 —	338,235

die Angaben der französischen Akademiker nach der
vorhandenen Inschrift an der Jesuitenkirche zu Quito
0° 3′ 18″ S. B., wonach der auf den Meeresspiegel re-
mittlere Barometerstand bei 0° C. dort 336‴,00 betra-
ll, darf wohl nicht übergangen werden. Ohne allen
l ist hierbei die Capillarität nicht berücksichtigt und dann
ich näherungsweise nach der Art der damaligen Baro-
336,4 Lin. annehmen, mit andern Bestimmungen sehr
übereinstimmend. Anhaltende genaue Beobachtungen,
Dr. GAIRDNER[2] anscheinend mit grofser Sorgfalt auf
chiffe anstellte, geben für die nördlich und südlich dem
or zunächst liegenden Breitengrade im Mittel im stillen
nördlich 30,093, südlich 29,965 und im atlantischen
nördlich 30,003, südlich 29,895, also im Mittel 29,989
Zoll. Wird diese Gröfse bei mangelnder genauer Be-
ung der Temperatur nach der angegebenen mittleren

[1] Voyage to the Pacific. T. II. p. 678.
[2] Edinb. New Phil. Journ. N. XXXII. p. 292.

Digitized by Google

Wärme auf 0° reducirt und für die sicher nicht beachtet pillarität annähernd corrigirt, so erhält man für den mi Barometerstand unter der Linie 336,494 par. Linien.

59) Auf der nördlichen Halbkugel giebt es der Beo tungen eine weit gröfsere Zahl, und ich kann daher noc nige zusetzen. MACRITCHIE[1] beobachtete in den Jahren und 1828 täglich dreimal die meteorologischen Werkzeu Bancoorah in Ostindien unter 23° 20′ N. B. und 87° 1 Länge. Das uncorrigirte Mittel des Barometerstandes am tage war 29,715 engl. Zoll, und wenn dieses für die mi Temperatur von 79°,87 F. und 215 engl. Fufs Höhe dem Meere corrigirt wird, so beträgt die mittlere Baro höhe 335,757 par. Lin. Der eben genannte Dr. GAIR beobachtete zu Fort Vancouver unter 45° 38′ N. B. a Mündung des Columbia-Flusses das Barometer ein Jah und erhielt als Mittel bei 0° C. 337,785 par. Lin. Dabe angenommen, dafs die Höhe über dem Meeresspiegel u deutend und kein Einflufs der Capillarität vorhanden wa mittlere Barometerstand, wie er aus langjährigen Beobac gen für Washington unter 38° 50′ N. B. angegeben w höchst wahrscheinlich für die Wärme corrigirt, weil Winter gröfser ist, als im Sommer, beträgt 336,907 par. also mit der Correction für die Capillarität und die Höhe nähernd 337,857 par. Lin. Am Mississippi unter 31° 2 B. geben die Beobachtungen von ANDREW ELLICOT[4] in Jahren 1830 bis 1833 im Mittel 337,335, wofür wegen Höhe bis zum Meeresspiegel etwa 337,78 par. Lin. g werden kann. Zu Triest unter 45° 46′ fand STADLER[5] zwanzigjährigen Beobachtungen den mittleren corrigirten rometerstand = 337,583, und wenn man zur Reduction den Meeresspiegel noch 0,2 Lin. hinzusetzt, so gäbe d 337,78 par. Linien. Nach einjährigen Beobachtungen zu C sac (Cantal in der Auvergne) im Jahre 1833 in einer H

---

1 Edinb. New Phil. Journ. N. XXVI. p. 337.

2 Ebendaselbst N. XXXIX. p. 67.

3 Trans. of the Amer. Phil. Soc. held at Philad. N. S. T. p. 432. T. IV. p. 23.

4 Ebendaselbst T. IV. p. 28.

5 Kastner Archiv Th. VI. S. 69.

70 Meter über dem Meeresspiegel war der auf 0° C. te mittlere Barometerstand 721,25 Millimeter[1]. Wird Gröfse bei einer mittleren Temperatur von 13°,3 C. auf eeresspiegel reducirt und die Capillardepression mit 0‴,35 efügt, so erhält man den mittleren Barometerstand ,51 par. Linien. Aus Beobachtungen zu London[2] in hren 1827 bis 1830 findet Forbes den auf 0° C. und Fufs Höhe auf den Meeresspiegel reducirten mittleren terstand = 337,17882 par. Lin., also wenig abwei- von der oben durch Schouw gefundenen Bestimmung. t sich jedoch aus dem, was Hunson[3] über seine spä- enanen Beobachtungen anführt, die Vermuthung entneh- dafs diese Gröfse wegen der Capillarität zu klein sey, r haben eine völlig genaue Bestimmung noch zu er-

William Macritchie[4] hat vierjährige, zu Clunie shire unter 56° 35′ N. B. und 186 engl. Fufs über der läche angestellte Mittagsbeobachtungen mitgetheilt. Für egebene mittlere Temperatur corrigirt und auf den Mee- el reducirt geben sie im Mittel 336,05 par. Linien. hr genaue Bestimmung erhalten wir aus Quetelet's[5] htungen im Jahre 1833 zu Brüssel. Werden die für ratur und Capillarität corrigirten Resultate auf den Mee- el bei einer nivellirten Höhe von 49,19 Meter und ittleren Temperatur von 11°,09 C. reducirt, so erhalten mittleren Barometerstand = 336,97 par. L. Einjährige tungen zu Kinfauns-Castle[6] unter 56° 53′,5 N. B. und l. Fufs über dem Meeresspiegel geben für die Höhe, peratur und Capillarität corrigirt die immer noch sehr und durch örtliche Einflüsse verminderte mittlere on 335,4168 par. Linien. Eine lange Reihe von Be- gen, welche nicht weniger als 50 Jahre umfassen, zu unter 53° 54′ N. B. und 12° 9′ 7″,5 östl. Länge von mit einem leider nicht absolut, aber doch nahe ge-

---

nales d'Auvergne. T. VII. p. 144.
hilos. Trans. 1831. p. 227.
hil. Trans. 1832. p. 575.
dinburgh Phil. Journ. N. XXVI. p. 354.
perçu historique des Observations de Météorologie. Brux.
dinburgh New Phil. Journ. N. XXXII. p. 389.

nauen Barometer von Brander 34 F. über der Meere angestellt, geben im Mittel durch Nizze[1] auf 0° C. u Meeresspiegel reducirt 336,968 par. Lin. Die Mittagsbe tungen zu Stralsund unter 54° 19′ N. B. und 13° 20′ von G. mit einem Pistor'schen Barometer angestellt und falls durch Nizze[2] auf 0° C. und den Meeresspiegel r geben 336,938 par. Lin. Von vorzüglicher Wichtigke gen des ihnen gebührenden Vertrauens sind die neueste obachtungen zu Petersburg in den Jahren 1831, 183 1833, deren einzelne Mittel nur wenig von dem Mitte abweichen[3]. Auf 0° C. und den Meeresspiegel redu hält man für Petersburg unter 59° 56′ N. B. und 30° Länge von Gr. 337,1742 par. Lin. Wrangel giebt a leren auf 0° C. reducirten Barometerstand im sibirische meere unter 67° 30′ bis etwa 73° N. B. 337,48 par. Li Da seine Untersuchungen bis zum Cap Schelagskoi r und hauptsächlich in dieser Gegend von ungefähr 16 170° östl. Länge von Greenwich angestellt wurden, s er selbst über den Meridian von Ochotzk hinaus, u erhaltenes Resultat ist also wegen der Vergleichung m von Erman in der Gegend der letztern Stadt gefunden fallend niedrigen Barometerstande von höchster Wich Noch will ich bemerken, dafs nach dem Mittel aus ne rigen Beobachtungen in den Jahren 1822 bis 1830 der meterstand zu Danzig 64 Fufs über der Meeresfläche 33 par. Lin. betrug, wobei ich voraussetze, dafs hierin di rection für die Höhe über der Meeresfläche schon fen ist.

60) Den eben erwähnten Beobachtungen im sibi Eismeere lassen sich sehr gut die der neuesten englischen senden im americanischen Polarmeere gegenüberstellen. ry's frühere Beobachtungen sind bereits von Schouw angef wohl noch interessantere Resultate geben jedoch die au ner dritten Reise gröfstentheils zu Port Bowen angest

1 Schumacher Astron. Nachr. Th. V. S. 208.
2 Ebend. Th. VII. S. 340.
3 Mém. de Petersbourg. VIme Sér. T. III.
4 Erman's Reise. Th. I. S. 381.
5 Journ. of a third Voyage for the Discovery of a North-

en selbst wurde zuerst um 15^h, 21^h, 3^h und 9^h oder
ürgerlicher Zeit um 3 und 9 Uhr Vormittags und eben-
hmittags beobachtet, dann aber um 4 und um 10 Uhr
dlich um 5 und 11 Uhr nach bürgerlicher Zeit. Die
Oscillation fiel auf 4 und 10 Uhr, betrug nur 0,01
gl. und war umgekehrt in Vergleichung mit der unter
n Breiten, d. h. das Maximum fiel auf 4 Uhr. Das
e Mittel der Barometerhöhen zwischen dem 60sten und
Breitengrade war in den Jahren 1824 und 1825 nach
ll in den Monaten

.	29,9160	November	29,8984	April .	30,0667
.	29,7906	December	29,8689	Mai . .	30,0167
.	29,6503	Januar .	29,7612	Juni . .	29,8889
ber	29,6888	Februar .	29,8867	Juli . .	29,8170
r	29,9623	März .	30,1070	August .	29,6833

at September kam das Schiff von 70° bis 57° N. B.
nd der mittlere Barometerstand auf dieser Strecke war
435, also noch gröfser als der zu Port Bowen das Jahr
in demselben Monate erhaltene. Das Barometer kün-
f dieser Reise die Wetterveränderungen nicht vorher an,
r geschah dieses erst, als das Schiff unter den 60sten
er Breite herabgekommen war[1]. Unter den höheren
fielen seine Schwankungen mit den Aenderungen des
gleichzeitig zusammen, in zwei Fällen aber fiel es
einem heftigen Sturme nicht, und als ein solcher im
e ganze Woche anhielt, blieb es unverändert auf 30
r gröfste Unterschied vom 60sten bis zum 74sten Breiten-
ihrend 16 Monaten war: das Minimum 1824 im Sep-
= 29,030 und das Maximum 1825 im Mai = 30,683,
etrug die absolute Gröfse der Oscillation nur 1,653
l. Der mittlere Barometerstand aus den 15 Monaten
36,28752 par. Linien und mit Hinzufügung der ohne
nicht schon corrigirten Capillardepression 336,63752
en. Vergleichen wir diese Gröfse mit der durch
Felix-Harbour unter 70° N. B. aus 30 Monate an-

—

t. Under the Orders of Capt. W. E. Parry. Lond. 1826.

endas. S. 169.

haltenden Beobachtungen gefundenen, gleichfalls für
pillarität corrigirten und auf 0° C. reducirten Mit
337,55965 par. Linien, so ergiebt sich ein Unterschi
0,92213 par. Linien, welcher schwerlich gröfser ist,
gewöhnlichen Differenzen der jährlichen mittleren Ba
stände zu seyn pflegen.

61) Ehe ich die hier mitgetheilten mittleren Ba
stände übersichtlich nebeneinander stelle, mufs erst
Frage zur Untersuchung kommen, ob sich die Grade
ge für diese Gröfsen als bedingend zeigen. Wird
blofs verstanden, ob an Orten von ungleicher Länge a
cher Breite verschiedene mittlere Barometerstände statt
so unterliegt ihre Bejahung keinem Zweifel, denn die
aus vielen der mitgetheilten Gröfsen unverkennbar
bezieht sich aber die Aufgabe darauf, ob unter gewis
gengraden die mit den Breitengraden sich ändernden
terhöhen regelmäfsige, aber verschiedene Gesetze be
dafs sich regelmäfsig gekrümmte, die Parallelen scha
isobarische[1] *Linien* (für gleiche mittlere Barometer
entwerfen liefsen, dann wird die Antwort ungleich
ger. Erman[2] nimmt hauptsächlich nach seinen eigene
achtungen vier solche Meridiane an, indem er den azo
den Cap-Verdischen, den Sitka-Panamischen und den
Kamtschatkischen unterscheidet, von denen dann der
meizonobarische, der letzte der *meionobarische* seyn
sind hierfür allerdings bedeutende Gründe vorhanden,
kann nicht in Abrede stellen, dafs Erman die vers
nen Barometerstände hiernach ziemlich unter einander
nirend geordnet hat. Inzwischen bringt Schouw ge
Einwendungen hiergegen vor, worunter wohl am bed
sten ist, dafs der Azorische und der Cap-Verdische
zu nahe liegen, die beiden letzteren Meridiane aber
kurz dauernden Beobachtungen unterschieden werde
vorzüglicher Einwurf scheint mir aufserdem in W
Beobachtungen enthalten zu seyn, da diese in den Oc
schen Meridian fallen und die mittlere Barometerhöhe
gröfser angeben, als sie in Ochotzk und der Umge

1 Eigentlich sollten diese *isobarometrische* heifsen. Ver
2 Poggendorff Ann. XXIII. 134 ff.

oggenn

wurde. Auf jeden Fall ist wohl, so grofs auch Menge der bekannten Messungen scheinen mag, ihre und die Entfernung der ihnen zugehörigen Orte von er noch keineswegs für eine solche Entscheidung ge-

2) Die folgende Tabelle enthält eine nach den Graden eite geordnete Uebersicht der mittleren corrigirten und n Meeresspiegel reducirten Barometerstände, die so eben angegeben worden sind.

Orte	Breite	Länge w. v. G.	Barometer	Beobachter
. . .	57° 24′ S.	71° 20′	336‴,42	Quevedo
mine . .	53 30 —	73 20	331,73	King
. . . .	33 56 —	341 32	338,24	Puhlmann
ta . .	33 49 —	209 59	336,63	Brisbane
Macquarie .	31 26 —	207 3	336,56	Brisbane
nero . .	22 54 —	43 16	338,69	Eschwege
France .	20 9 —	309 32	338,92	Freycinet
. . .	17 0 —	69 30	337,35	Pentland
. . .	12 1	41 37	337,22	Rivero
. . .	10 — —	235 20	336,23	Freycinet
cher Ocean	5 — —	— —	336,85	Beechey
. . .	0 13 —	77 55	336,00	Bouguer
. . .	0 0	— —	336,00	Beechey
. . .	0 0	— —	336,49	Gairdner
. . .	0 14 N.	— —	335,77	Ryan
burg . .	5 24 —	353?	336,95	Trentepohl
. . .	10 50 —	64 40	336,28	v. Humboldt
. . .	11 30 —	67 0	336,98	Boussingault
. . .	13 5 —	280 3	337,27	Sykes
. . .	18 — —	— —	335,26	Sykes
omas . .	18 22 —	64 52	337,13	Hornbeck
. . .	22 12 —	211 25	338,23	. . . .
. . .	22 35 —	271 37	337,31	Sykes
. . .	23 12 —	82 19	336,99	Ferber
ah . .	23 20 —	272 47	335,76	Macritchie
Canaria .	28 13 —	15 38	339,09	L. v. Buch
. . .	28 14 —	16 32	338,77	Escolar
. . .	30 3 —	328 30	336,41	Coutelle
ppi . .	31 28 —	96 10	337,33	Ellicot
. . .	32 48 —	16 26	339,20	Heineken
olis . . .	32 53 —	346 55	340,19	Denham und Clapperton
. . . .	35 53 —	345 32	337,04	Dangos

Digitized by Google

Orte	Breite	Länge w. v. G.	Barometer	Beob
Palermo . . .	38° 9′N.	346° 28′	338‴,21	Caccia
Cagliari . . .	39 27 —	350 41	337,03	Marmi
Neapel . . .	40 50 —	345 48	337,94	Brioso
Oleron	43 11 —	0 37	338,00	Belle
Marseille . . .	43 18 —	354 38	337,38	Silva
Nizza	43 41 —	352 43	336,50	Risso
Florenz . . .	43 47 —	348 43	337,76	Inghi
Avignon . . .	43 56 —	355 12	337,80	Guer
Bologna . . .	44 30 —	348 49	337,87	Catu
Cheissac . . .	44 54 —	355 10	338,51	. .
				Astron
Padua	45 24 —	349 20	337,87	Ster
Fort Vancouvre .	45 38 —	124 30	337,78	Gaird
Triest	45 46 —	346 6	337,78	Stadi
				Fleu
Rochelle . . .	46 9 —	1 10	338,10	Bel
Luçon	46 27 —	1 8	338,33	. .
Olonne . . .	46 29 —	1 48	338,58	. .
Nantes . . .	47 13 —	1 33	338,67	. .
Brest	48 22 —	4 31	338,50	. .
				Herr
Strafsburg . . .	48 35 —	352 15	338,36	pet
St. Malo . . .	48 39 —	2 3	338,17	. .
Paris	48 50 —	357 40	337,53	Bouv
				v. H
Mannheim . .	49 29 —	351 32	338,24	sti
Dieppe . . .	49 56 —	358 56	338,50	. .
Brüssel . . .	50 51 —	0 18	336,97	Quet
Middelburg . .	51 30 —	356 23	336,86	Van
London . . .	51 30 —	0 0	337,18	Huds
Delft	52 00 —	355? —	336,97	Van
Peter-Pauls-Hafen	52 30 —	202 —	334,06	Stan
Manchester . .	53 28 —	2 27	337,82	Dalt
Altona	53 33 —	350 14	337,09	Schu
Bützow . . .	53 54 —	347 51	337,10	Nizz
Stralsund . . .	54 19 —	346 40	336,94	Nizz
Kendal . . .	54 20 —	2 46	336,67	Dalt
Danzig . . .	54 20 —	341 22	336,95	Stre
- - - -	— —	— —	337,03	(9)ab
Keswick . . .	54 36 —	3 4	337,33	Dalt
Königsberg . .	54 43 —	339 31	337,12	Somm
- - - -	— —	— —	336,95	Obse
Apenrade . . .	55 3 —	350 34	336,72	Neue
Kopenhagen . .	55 41 —	347 25	338,21	Bugg
Colinton House	55 55 —	3 13	336,13	Ford

Digitized by Google

Orte	Breite	Länge w. v. G.	Barometer	Beobachter
Cottage.	55° 55′ N.	3° 12′	336‴,75	Adie
rg . .	55 56 —	3 11	336,09	Playfair
. . .	56 35 —	2 50	336,05	W. Macritchie
ns-Castle	56 53 —	. . .	335,42	Lord Gray
. . .	57 3 —	136 0	334,90	Tschistjakoff
rg . .	59 18 —	. . .	336,16	Wilse
olm . .	59 21 —	341 56	335,91	Observatorium
nia . .	59 55 —	349 15	336,30	Esmark
berg . .	59 56 —	329 24	337,17	Kupffer
ger . .	60 10 —	354 40	335,55	Herzberg
. . .	60 23 —	354 44	335,58	Bohr
ikshaab .	62 30 —	47 40	331,80	Pingel
vig . .	64 00 —	21 55	333,36	Thorstensen
ib . . .	64 10 —	51 57	331,49	Ginge
—	— —	— —	333,36	Mühlenphort
rd . . .	66 0 —	23 00	334,03	Scheel
r-Insel .	66 0 —	. . .	335,66	Parry
ya . .	68 0 —	52 40	334,03 334,35	Fasting Graah
k . . .	69 23 —	81 45	337,20	Parry
Harbour .	69 59 —	91 53	337,56	Ross
ya . . .	70 bis 73 -	205 0	337,48	Wrangel
navik . .	73 5 —	51 50	334,77	Corsten
lowen . .	73 13 —	89 5	336,64	Parry
lle Ins. .	74 58 —	110 50	335,61	Parry
ergen . .	75 bis 78 -	352 0	335,47	Scoresby

3) Ueberblicken wir die mitgetheilte Tabelle, so schwin-
langs jede Hoffnung, nach Ausscheidung der stärksten
ieen ein allgemeines Gesetz für den mittleren Barome-
d aufzufinden, bei näherer Betrachtung stellt sich ein
jedoch allerdings heraus, obgleich auch dann noch
enge Abweichungen von demselben übrig bleiben. Wäre
mosphäre in völliger Ruhe, so möchte ich für den
Breitengrad einen mittleren Barometerstand von etwa
par. Lin. annehmen, welcher dann durch verschiedene,
llgemeine, theils specielle örtliche Bedingungen vielfa-
änderungen erleidet. Abstrahirt man aber von diesem
nicht statt findenden Zustande der Ruhe und bemüht
ch die Gesammtwirkung der vorhandenen regelmäfsigen
kungen der Atmosphäre zu würdigen, worunter insbe-
e auch die oben (§. 42.) erläuterte Wellenbewegung

Digitized by Google

als Ursache der regelmäfsigen barometrischen Oscillatione
hört, so gelangt man zu folgenden allgemeinen Resu
Den entschiedensten Einfluſs auf den atmosphärischen
druck äufsern die in der tropischen Zone statt findenden,
Wärme und Verdampfung erzeugten, aufsteigenden Lu
mungen, welche noch aufserdem durch die dort im M
vorhandenen täglichen Oscillationen verstärkt werden.
man die Gröfse der hierdurch bewirkten Aenderung z
Lin. an, so wird der mittlere Barometerstand unter der
bis 336,25 par. Lin. herabgehn. Sowohl das hier genann
gelmafsige Aufsteigen der Luftmassen unter dem Aequato
auch die regelmäfsigen täglichen Oscillationen des gesa
Luftoceans, die sich jedoch aus den angegebenen Grü
mit der Erfahrung übereinstimmend, nicht weiter als bi
Polarkreise erstrecken können, erzeugen den bekannte
drang der nördlichen Luftmassen, welche bei dieser Bew
bei der Annäherung an der Grenze der tropischen Zone
um so viel stärkeren Widerstand finden, je mehr sie erwär
hierdurch sowohl, als auch durch aufgenommenen W
dampf ausgedehnt werden, so dafs sie in den Passatw
ausweichen. Die hierdurch unverkennbar erzeugte Anhä
der Luft hat einen vermehrten Druck zur Folge und da
rometer mufs daher steigen. Setzen wir die hierdurch
wirkte Verlängerung der Quecksilbersäule gleichfalls auf
Linie, so wird der mittlere Barometerstand in der gem
ten Zone auf 338,75 par. Lin. erhöht werden. Hiernach
hielte dann die Quecksilbersäule in der Polarzone wieder
normale Länge von 337,25 Linien.

Hierdurch wird jedoch die Curve der Barometerh
wenn wir darunter eine Linie verstehn, welche, in einem
wissen Meridiane durch einen Quadranten der nördlichen H
kugel fortlaufend, die Enden der Quecksilbersäulen in
Torricelli'schen Röhre berührt, deren unteres Niveau im S
gel des ebenen Meeres liegen möge, nur im Allgemeinen
zeichnet, wenn man aber den Einfluſs der Strömungen
den Polen zum Aequator, der täglichen periodischen Osc
tionen und die wechselnde Abweichung der Sonne gem
würdigt, so mufs diese Linie eine etwas veränderte Ge
erhalten, die schon dadurch nothwendig bedingt wird, daſs
Vermehrungen und Verminderungen der Quecksilberhöhen n

ch eintreten können, sondern allmälig, aber der gröfse-
ler geringeren Zunahme der wirkenden Ursachen gemäfs
ler oder langsamer erfolgen müssen. Hiernach hat die
ste Curve unter dem Aequator ihren tiefsten Punct, läuft
wa 10° N. B. ohne merkliche Veränderung fort, hebt
on hier an wenig, bis zum 20sten Breitengrade, steigt
ier an schneller und erreicht unter dem 30sten etwa ihr
mm, welches sie fast bis zum 40sten Grade beibehält.
ier senkt sie sich sehr allmälig bis zum 50sten Breiten-
bleibt von hier an unverändert bis zum 55sten, scheint
on hier an wieder eine kleine Vertiefung zu erhalten, die
von abzuleiten geneigt bin, dafs von hier an bis zum
Breitengrade die Grenze liegt, wo die regelmäfsige täg-
Wellenbewegung aufhört und in eine entgegengesetzte
ht, aus welcher oben (§. 42.) die täglichen periodi-
Schwankungen abgeleitet wurden. Vom 65sten Breiten-
an beginnt wieder eine Zunahme, indem unter 70°
rometerstand seine normale Gröfse schon wieder erreicht
ben scheint, und ich möchte dann annehmen, dafs von
bis zum Pole wegen der gröfseren Ruhe der Atmosphäre,
Kälte, der Abwesenheit des Wasserdampfes und wegen
ander aufwärts gehender Strömungen wieder eine Ver-
rung der Barometerhöhe eintreten müsse. Beweise für
Ansicht liefert die mitgetheilte Tabelle, obgleich nicht
die Wahl der einzelnen beobachteten Barometerhöhen,
lmehr die Begründung der ganzen Hypothese wegen der
chen Ausnahmen schwierig und unsicher wird. Es las-
h jedoch anführen: für 0° das Mittel aus den Bestim-
n von Beechey und Gairdner = 336,24 Lin., für 10°
lomana 336,28 nach v. Humboldt, für 20° giebt das
aus 18° und 22° von St. Thomas und Calcutta 337,22
ch Hornbeck und Sykes, für 30° giebt das Mittel von
anaria und vom Mississippi 338,21 nach L. v. Buch
Bigot, für den 50sten Grad möge das Mittel aus den
n und Mannheim gefundenen Gröfsen mit 337,88 Lin.
für den 55. das Mittel aus den beiden für Königsberg
nen Werthen mit 337,03 Lin., dann macht sich die
nde Erhöhung wieder sichtbar in der Bestimmung zu
urg von 337,17 Lin. nach Kupffer, und für noch hö-
eiten scheint mir das Mittel aus den durch Ross und

Digitized by Google

Wrangel gefundenen Werthen, nämlich 337,54 dies
können.

64) Nehmen wir das, was diesemnach hierüber auf
worden ist, als Regel an, so gehören alle hierzu nicht pa
Barometerstände zu den Ausnahmen, die durch örtliche Ei
bedingt werden. Diese Einflüsse sind theils allgemeine,
specielle, und obwohl nur gering rücksichtlich der Zahl
Arten, dennoch höchst vielfach und verschieden an Wi
denn ohne dieses wäre gar nicht erklärlich, wie an nich
von einander abstehenden Orten so ganz verschiedene
meterstände statt finden könnten, dafs auch bei angenom
gröfster Fehlergrenze der Beobachtungen stets noch ein
merkbarer Unterschied hervortritt, wie beispielsweise
durch die Vergleichung von denen zu Tripolis und Cairo
bar hervorgeht. Als solche bedingende Ursachen wüfs
aufser einigen unbedeutenden, als eine stärkere Erwä
durch den Einfluſs des Bodens, erleichterte Verdunstung
zeugung oder Abhaltung gewisser Luftzüge u. s. w.,
eine andere namhaft zu machen, als partielle Luftströmu
Hierüber lassen sich bei noch mangelnden genügenden
achtungen zwar nur Hypothesen aufstellen, allein diese
ohne Widerrede mindestens einen hohen Grad innerer W
scheinlichkeit. Merkwürdig ist hierbei noch der oben
erwähnte Umstand, dafs die Luftströmungen sowohl ein
hebung, als auch eine Senkung des Quecksilbers bew
können, je nachdem die Luftmassen an irgend einem Or
aufsen her zusammengedrängt werden oder mit Leich
nach aufsen abfliefsen, und ich zweifle nicht, dafs das hie
aufgestellte Gesetz (§. 44. d.) in der Natur begründet
Ein allgemeiner, das Quecksilber deprimirender Strom de
wärmten Luft, von der Grenze der äquatorischen Zon
bis zum Polarkreise und noch weiter hin fortgehend, sc
mir im atlantischen Oceane unter einer mittleren Länge
etwa 15° westlich von Greenwich vorhanden zu seyn, w
cher zum Theil den niedrigen Barometerstand auf Island
Grönland zur Folge hat, und ein zweiter im Mittel etwa
Grade hiervon entfernt, dessen Einfluſs sich bei den Bar
terständen zu Kamtschatka zeigt. Beide werden mögli
weise durch die Configuration der Länder ganz oder zum T
erzeugt und kündigen sich noch aufserdem durch hervo

und

e Milde der Temperatur an. Aufser diesen allgemeinen
alieen giebt es der Beispiele von einzelnen in Menge,
denen die niedrigen Barometerstände auf Island, Grön-
nd der Küste Norwegens am auffallendsten sind. An
diesen Orten fliefst die schwere Luft des Landes in die
re über dem Meere ab. Letztere tritt an ihre Stelle,
t ihren Wassergehalt, und die Folgen dieses Processes
sich auf gleiche Weise in dem niedrigen Barometer-
, als in den sonst ungewöhnlichen Wintergewittern,
in Verbindung mit einem ungewöhnlich niedrigen Ba-
rstande auf Kamtschatka gleichfalls zum Vorschein kom-
Inzwischen ist noch viel zu thun, bis alle einzelne
lieen vollständig aufgeklärt seyn werden.

3) Aufser den tägl. regelmäfsigen Oscillationen des Barome-
auch von denen geredet worden[1], welche durch die Anzie-
der Sonne bewirkt werden sollen und sich daher mit dem
derselben wechselnd zeigen müssen. Ein eigentliches An-
werden des Luftoceans durch die Sonne findet nicht
auch wurde von mir bemerkt, dafs die Wärme die wirk-
vorhandenen Schwankungen des Barometers nicht allein
mittelbar erzeugen könne. Kämtz[2] zeigte demnächst,
nothwendig ein Zusammenhang zwischen den allgemei-
lewegungen der Atmosphäre in den Passatwinden und
rometrischen Schwankungen statt finden müsse, und spä-
Untersuchungen von L. v. Buch[3] haben das hierfür gel-
Gesetz näher kennen gelehrt, wonach allerdings eine
r Declination der Sonne zusammenfallende Veränderung
rometers erweisbar ist, die sich namentlich in dem Un-
ede der mittleren Höhen im Winter und im Sommer
ch macht. Auch der Einfluss des Mondes ist seitdem
Zweifel gesetzt worden, wie weiter unten bei den all-
ien Bedingungen der meteorologischen Phänomene gezeigt
soll.

3) Demnächst kommen hauptsächlich die *unregelmäfsigen*
trischen Schwankungen in Betrachtung. Dasjenige, was
r bereits gesagt worden ist[4], läfst sich bedeutend vervoll-

---

S. Art. *Barometer.* Bd. I. S. 928.
Allgem. Lit.-Zeit. 1826. S. 512.
Poggendorff Ann. XV. 355.
S. Art. *Barometer.* Bd. I. S. 932.

Digitized by Google

ständigen, da durch zahlreiche Beobachtungen und Unt
chungen der Meteorologen die Menge der vorhandenen
sachen ausnehmend vermehrt worden ist, und insbesonde
KÄMTZ[1] einen so reichen Schatz hiervon gesammelt und
ordnet, dafs es für jede künftige Untersuchung dieses G
standes an Material nicht fehlen kann. Zur Vermeidun
grofser Ausführlichkeit und um die Uebersicht zu erleic
werde ich mich jedoch begnügen, nur die Hauptsachen
mitzutheilen.

Bei den unregelmäfsigen Schwankungen des Barom
kommt zuerst die absolute Gröfse derselben in Betrachtung
der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten
rometerstande, welcher, wenn auch nur ausnahmsweise
während einer längern Zeit, an irgend einem Orte vorko
Allerdings bemerkt KÄMTZ mit Recht, dafs diese Differenz
von den älteren Meteorologen fast ausschliefslich angew
wurde, zur Begründung eines allgemeinen Gesetzes von
ringem Nutzen sey, was schon daraus hervorgeht, daſs
absoluten Maxima und Minima nicht alle Jahre gleich
sondern als einzelne Anomalieen oft mehrere Jahre aus e
der liegen, ohne dafs sich bestimmen läfst, wie grofs der
ihrer Auffindung erforderliche Zeitraum seyn müsse; allei
gewährt dennoch ein nicht geringes Interesse, eben bei di
seltenen Abweichungen vom gewöhnlichen Gange, zu wis
ob die beobachtete Gröfse die früher an demselben Orte
einem andern etwa unter gleicher Breite liegenden bereits w
genommene übersteigt, und ich will daher einige mir zuk
vorgekommene Bestimmungen dieser Art der Kürze wegen
gleich nach den Breitengraden geordnet neben einander st
len, da sich schon in voraus erwarten läfst, dafs die Un
schiede der Polhöhen auch hierauf ihren Einfluſs äufsern.
Angaben der folgenden Tabelle sind an sich klar, aufser
der vierten Columne, wofür bemerkt werden muſs, daſs d
darin angegebene Zeit diejenige bezeichnet, während welch
die Beobachtungen angestellt wurden, aus denen das Ma
mum und Minimum entnommen ist.

---

1 Meteorologie. Th. II. S. 295 ff.

Orte	Breite	Unterschied	Beob.-Zeit	Beobachter
amatta . .	33° 49′ S.	10‴,697	12Monate	Brisbane [1]
Janeiro . .	22 54 —	5,281	18Monate	Eschwege [2]
de France .	20 9 —	11,936	1 Jahr	Sykes [3]
quator . . .	0 0 —	7,883	2 Jahre	Gairdner [4]
na . . .	18 0 N.	7,567	12Monate	Sykes [3]
utta . . .	22 35 —	5,743	12Monate	Sykes [3]
anna . . .	23 12 —	13,720	3 Jahre	Ferrer [5]
ncoorah . .	23 20 —	10,697	2 Jahre	G. Macritchie [6]
ssissippi . .	31 28 —	9,346	4 Jahre	Ellicot [7]
atsford [8] . .	43 0 —	28,149	1 Jahr	. . . .
ssac [9] . .	45 10 —	12,678	. . . .	. . . .
sburg . .	48 35 —	26,200	32 Jahre	Herrenschneider [10]
sruhe . .	49 1 —	29,370	41 Jahre	Boeckmann [11]
delberg . .	49 24 —	26,340	18 Jahre	Muncke
sen . . .	50 34 —	23,000	30 Jahre	Schmidt [12]
ich . . .	50 39 —	18,966	33Monate	Davreux [13]
stricht . .	50 49 —	30,387	4 Jahre	Crahay [13]
stadt . . .	50 49 —	21,660	10 Jahre	Lucas [10]
ssel . . .	50 51 —	21,805	12Monate	Quetelet [13]
a	50 56 —	20,500	17 Jahre	Voigt [14]
tzow . . .	53 54 —	19,04	. . . .	Nizze [15]
stle-Toward	55 50 —	23,758	5 Jahre	Kirkmann Finlay [16]
sfouns Castle	56 23 —	26,460	2 Jahre	Lord Gray [17]

1 Edinburgh Phil. Journ. N. XXI. p. 119.
2 Dessen Journal von Brasilien. Heft II. S. 143.
3 Philos. Trans. 1835. p. 166.
4 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXII. p. 292.
5 Connaiss. des Temps. 1817. p. 388.
6 Edinb. New Phil. Journ. N. XXVI. p. 357.
7 Trans. of the Amer. Phil. Soc. T. IV. p. 23. T. VI. p. 28.
8 Edinb. Phil. Journ. N. XII. p. 352.
9 Annales d'Auvergne. T. VII. p. 144.
10 Eisenlohr in Poggendorff Ann. XXXV. 144
11 Eisenlohr Untersuchungen über das Klima und die Witterungsverhältnisse vor Carlsruhe S. 37.
12 Hand- und Lehrbuch der Naturlehre. Giefs. 1826. S. 182.
13 Aperçu historique des Observations de Météorologie par Quetelet. Brux. 1834. 4.
14 Kastner Archiv. Bd. VIII. S. 48.
15 Dessen Magazin. 1806. März S. 270.
16 Kastner Archiv. Bd. VII. S. 144.
17 Edinb. Phil. Journ. N. XXXV. p. 144.
Edinb. New Phil. Journ. N. XXXII. p. 389. XXXVI. p. 357.

Digitized by Google

Orte	Breite	Unterschied	beob. Zeit	Beobach
Unalaschka . :	57° 3 N.	22''',844	20 Monate	Lütke[18]
Upsala . . .	59 51 —	16,270	. . . .	Observator
Petersburg . .	59 56 —	26,520	12 Monate	Kupffer[20]
Bergen . . .	60 0 —	35,400	28 Jahre	Herzberg
Felix Harbour .	69 59 —	21,086	2,5 Jahre	Ross
Port Bowen . .	70 bis 74 —	18,613	18 Monate	Parry

67) Die hier mitgetheilten Bestimmungen sind zwar alle gleich zuverlässig, weil nicht alle Beobachter auf di gentlichen Maxima und Minima, die selten in die gew chen Beobachtungszeiten fallen, genau zu achten pflegen aus ihren Registern nicht stets zu entnehmen ist, ob sie selben mitgetheilt haben, aufserdem erscheint eine s Vergleichung schon deswegen als unmöglich, weil die der Beobachtungszeiten nicht gleich ist; dennoch aber sich Resultate daraus entnehmen, die zur Begründung u weiterung eines richtigen Urtheils über die barometrische cillationen überhaupt keineswegs gleichgültig sind. Zu giebt sich, dafs unregelmäfsige barometrische Oscilla überall statt finden, deren Wahrnehmung jedoch unte Aequator und unter den ihm nahen Breitengraden wegen Kleinheit nur erst durch längere Zeit anhaltende Beoba gen möglich wird. Wegen der bereits[1] erwähnten Ge gigkeit dieser letzteren, die insbesondere den aus dorthin kommenden Reisenden auffallen mufste, ehe di gesetzte Untersuchung der Sache das Wesentlichste hi feststellte, äufserte v. Humboldt[2], überrascht durch die bar blofs den regelmäfsigen Schwankungen unterworfen rometerhöhe, dafs nur diese allein der tropischen Zone hörten, eine seitdem oft wiederholte Behauptung. Kämtz[3] und Hällström[4] haben nachgewiesen, dafs v. H

18 Kupffer in Poggendorff Ann. XXIII. 116.
19 Erman in Poggendorff Ann. XXIII. 126.
20 London and Edinb. Phil. Mag. N. X. p. 260.
21 Edinburgh Journ. of Science. N. XIII. p. 83.
1 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 919.
2 Voyage. T. X. p. 393.
3 Schweigger's Journ. Th. XLVII. S. 143.
4 Poggendorff Ann. XI. 252.

gger's
ggendorff Biob.

r's eigene Beobachtungen einige unregelmäfsige Schwan-
n erkennen lassen; ebendiese zeigen sich in denen von
INGAULT[1] zu Sta. Fé de Bogota und in den zweijähri-
n Sierra Leone, deren WINTERBOTTOM[2] gedenkt. Zu-
hat man nach der Meinung von DAN. BERNOULLI[3],
ERT[4] und DE SAUSSÜRE[5] angenommen, dafs die Gröfse
unregelmäfsigen Oscillationen mit der Höhe über der
fläche abnehme, WAHLENBERG[6] dagegen schlofs aus
chtungen auf dem St. Gotthard, dafs wegen der Nähe
Volken, der Anwesenheit des Schnees und der freien
römung die Schwankungen durch die Erhebung über die
fläche vergröfsert würden. Inzwischen hat KÄMTZ[7]
verschiedene Beispiele nachgewiesen, dafs das erstere
das richtige sey.

8) Handelt es sich um die absolute Gröfse dieser unre-
fsigen Oscillationen, so glaube ich, dafs die Beobach-
von GAIRDNER Vertrauen verdienen, und wir können
her unter der Linie, einige bei heftigen Stürmen vor-
ende Ausnahmen abgerechnet, zu nahe 8 par. Lin. an-
en. Mit zunehmender Breite wachsen sie aufserordent-
allein das Gesetz dieser Zunahme wird durch örtliche
sse sehr modificirt. Da, wo solche specielle Bedingungen
statt finden, würden sie unter 30° der Breite etwa 10
, unter 45° der Breite 22 Lin. und unter 55° gegen
inien betragen. Allgemeiner wirkende Ursachen erzeugen
ferner den grofsen Unterschied der jährlichen unregel-
en Oscillationen. In Carlsruhe beträgt ihre Gröfse im
17,38 Linien und wechselt von 14,05 bis 26,12 par.
nd zwar so, dafs meistens einige Jahre mit gröfseren
dere mit kleinen Oscillationen auf einander folgen. Un-
dern bemerkt EISENLOHR[8], dafs das Jahr 1821 sich durch
ebenso ungewöhnlich hohen, als niedrigen Barometer-

Ann. Ch. Ph. 1827. Fevr. T. XXXIII. p. 427.
Dessen Nachrichten. S. 50.
Acta Helvetica. T. I et II.
Ebend. T. III.
Reisen. D. Ueb. Th. IV. S. 354.
Flora carpath. p. XXI.
Meteorologie Th. II. S. 335.
Untersuchungen der Witterungsverhältnisse u. s. w. S. 87.

Digitized by Google

stand auszeichnete, indem zu Carlsruhe der Unterschied
schen dem Maximum im Februar und dem Minimum im
cember nicht weniger als 26,12 par. Lin. betrug. Eben
Jahr gab den gröfsten Unterschied seit 18 Jahren hier in
delberg, nämlich auf 10° R. reducirt 344,98 L. am 6.
und 318,64 L. am 25. Dec., mithin eine Differenz von
par. Lin. Endlich geht aus der Zusammenstellung n
viel wohl mit Sicherheit hervor, dafs die Gröfse dieser
cillationen unter höheren Breiten wieder abnimmt, wie e
auch wahrscheinlich wird, dafs sie an denjenigen Küs
genden sich vorzugsweise zeigt, wo das Barometer im
am niedrigsten steht, woraus sich eine Bestätigung des
(§. 44.) bereits aufgestellten Satzes hernehmen läfst, daf
die starken unregelmäfsigen Schwankungen den mittlere
rometerstand tiefer herabbringen, als er sonst den Brei
den gemäfs seyn würde.

69) Die Zeiten dieser aufsergewöhnlichen Oscill
sind wohl nicht leicht allgemein bestimmbar und hängen
muthlich vom Wechsel der herrschenden Winde, nam
der periodischen, vom Eintritte der Regenzeiten und
andern noch nicht genügend beobachteten, ebendaher
noch gar nicht aufgefundenen Bedingungen ab. Inzwi
läfst sich als Regel annehmen, dafs die aufsergewöhnl
Maxima und Minima nahe bei einander zu fallen pflegen
auch wohl in der Natur der Sache gegründet ist, sofe
durch den Wechsel einer aufserordentlichen Ebbe und
im Luftoceane erzeugt werden. Eisenlohr[1] folgert
aus seinen Untersuchungen der 41 Jahre hindurch zu Carl
aufgezeichneten Barometerstände und ebenso sank zu Ma
France das Barometer von 30 engl. Z. am 21. Januar 183
28,94 engl. Z., am 22. Januar[2] zu Prag aber stieg de
von 27 Z. 0,44 par. Lin. am 15. Jan. 1828 bis 28 Z.
Lin. am 18ten desselben Monats[3]. Auf der nördlichen H
kugel fallen die Maxima meistens in die Wintermonate,
muthlich wegen der dann vorherrschenden nördlichen W

1 Ueber das Klima und die Witterungsverhältnisse von C
ruhe. S. 87.

2 Sykes in Philos. Trans. 1835. p. 174.

3 Wiener Zeitschrift. Th. IV. S. 47.

die Minima müfsten dann dem Sommer angehören. Diese
l findet Sykes[1] in Ostindien bewährt, denn zu Puhna
owohl das absolute Maximum, als auch das monatliche
n Januar, ersteres mit 28,242 engl. Zoll, letzteres mit
7 engl. Zoll, die beiden Minima dagegen, 27,570 und
6 engl. Zoll, fielen in den Juli. Er ist nicht geneigt, die-
ir eine Folge der Feuchtigkeit zu halten, denn dieselbe
findet auch zu Madras statt, wo dann die gröfste Hitze
röfster Trockenheit vereint herrscht. Dort fällt das Ma-
n in den December oder Januar, und ebenso zu Calcutta,
e gröfste Höhe im Januar 30,0225, die geringste im Juni
5 engl. Zoll betrug. Auf der südlichen Halbkugel scheint
ll umgekehrt zu seyn, denn Boussingault[2] erhielt zu
s im December 560,13 und im Januar 560,45 Millim.,
n im Juni 561,24 und im Juli 561,34 Millimeter. Un-
hern Breiten scheint das absolute Maximum sowohl, als
das Minimum in den Winter zu fallen, mindestens geht
unverkennbar aus den Beobachtungen zu Carlsruhe (41
und zu Strafsburg (32 Jahre) hervor[3]. Am ersteren
fiel eines dieser Extreme nur fünfmal vor dem Novem-
der nach dem März, am letzteren aber fiel das Maximum
l in den Januar, 9mal in den December, 6mal in den
ar, 3mal in den März, 2mal in den November und ein-
n den April und Mai; das Minimum aber fiel 8mal in
nuar, 6mal in den December, 5mal in den Februar,
n den März und November, 3mal in den October und
n den April.

) Ungleich wichtiger ist es, nach der Art, wie die
n Meteorologen und namentlich Kämtz gethan haben,
natlichen Mittel zusammenzustellen und aus deren Un-
den auf allgemeine Ursachen zu schliefsen. Hieraus
sich dann sofort, dafs die sogenannten unregelmäfsi-
wankungen allerdings gewisse Gesetze befolgen, wel-
och mit den regelmäfsigen und unregelmäfsigen Luft-
gen, den Graden der Feuchtigkeit und der Menge der
eteore innigst zusammenhängen. Sofern aber die herr-

---

[1] Philos. Trans. 1835. p. 174.
[2] Von Humboldt Relat. hist. T. VI. P. II. p. 743.
[3] Erxleben a. a. O. und Poggendorff Ann. XXXV. 144.

schenden Winde hierbei am meisten bedingend sind, für Wechsel noch kein allgemeines Gesetz aufgefunden word weswegen auch nasse und trockne, kalte und warme und Jahreszeiten regellos folgen, wird es uns vorerst unmöglich bleiben, allgemeine Gesetze für die unregelmä Oscillationen aufzufinden, aus denen sich der Gang der terung im voraus bestimmen liefse, und wir müssen uns v Hand begnügen, aus den vorhandenen Thatsachen die partiellen Regeln aufzufinden, die sich als herrschend nen lassen.

71) Vor allen Dingen hat L. v. Buch[1] ein Gesetz, ches schon v. Humboldt[2] aus den Beobachtungen von singault zu Sta. Fé de Bogota folgerte, aus einer Reih Barometerständen unter verschiedenen Graden der Breit der Länge als ein allgemeines begründet, dafs nämli Barometerstände regelmäfsig vom Winter zum Sommer men. Der hiernach statt findende Unterschied der m chen Mittel ist am gröfsten in der tropischen Zone und schwindet nicht allmälig, sondern plötzlich, wodurch sich der Anfang der temperirten Zone kenntlich macht. Hie setzt er zwischen die tropische und temperirte Zone eine lere, von ihm *subtropische* genannt, deren Grenze gege Aequator hin das Aufhören der tropischen Regen, gege Pole das Verschwinden des Unterschieds der mittleren meterstände zwischen Winter und Sommer bezeichnet. giebt für die nördliche Halbkugel etwa den 20sten und 32sten Grad N. B., also gerade denjenigen District, wo der Dattelbaum zugehört, indem dieser beide Grenzen überschreitet; für die südliche Hemisphäre annähernd 23sten und 34sten Grad S. B., was jedoch aus Mang genügenden Beobachtungen nicht so genau bestimmbar Kämtz[3] verfolgt diese Ansicht weiter und zeigt, dafs die Einflusse der Sonnenstrahlen mehr ausgesetzte und daher ker erwärmte Luftmasse sich heben und somit abfliefsen m Merkwürdig bleibt es allerdings, dafs eine gewisse nach Jahreszeiten wechselnde Periodicität der mittleren Baro

1 Poggendorff Ann. XV. 355.
2 Relation historique T. X. p. 448.
3 Meteorologie. Th. II. S. 297.

über die ganze Erde unverkennbar hervortritt, jedoch
rösserer Erhebung über die Meeresfläche wieder ver-
ndet. Um die so eben angegebene kenntlicher zu ma-
und deutlicher zu zeigen, wie mit zunehmender Breite
nterschied des höheren mittleren Standes im Winter ge-
en im Sommer (mit Rücksicht darauf, dafs beide He-
iren der Erde einander in dieser Beziehung entgegenge-
ind) zuerst abnehme und dann in das Entgegengesetzte
he, hat Kämtz eine durch L. v. Buch mitgetheilte Ta-
mit einigen Abänderungen wiedergegeben, in welcher
fferenzen die Gröfse in par. Lin. bezeichnen, um wel-
r mittlere Barometerstand in den drei Wintermonaten
ist, als in den drei Sommermonaten, die also negativ
, wenn das Umgekehrte statt findet. Ich theile diese
it, vermehrt um die zu Strafsburg, Melville, Felix Har-
nd an einigen andern Orten gefundenen Gröfsen, und
e zugleich, dafs nach den kurz dauernden Beobachtun-
n Foss[1] zu Peking unter 39° 54′ N. B. das Barometer
ter höher stand, gegen den Sommer aber eine Nei-
um Sinken zeigte. Vorzügliche Beachtung verdienen
obachtungen, welche unter der Leitung des Sir Thom.
ss[2] zu Neuholland und auf van Diemens-Land ange-
rden, da wir von der südlichen Halbkugel bei wei-
ht so vollständige Kenntnisse besitzen, als von der
en. Zuerst ergeben die ein ganzes Jahr umfassenden
hen Mittel zu Port Macquarie unter 31° 26′ S. B. und
W. L. von G. eine so regelmäfsige Zunahme des Ba-
tandes in dem dortigen Winter und so entschieden
n einzigen Wechsel des Maximums und Minimums,
es der Mühe werth halte, die ganze Reihe der Vor-
obachtungen herzusetzen.

.	29″,966	Mai . .	30″,036	Sept. . .	29″,830
.	30,002	Juni . .	30,016	October .	29,870
.	30,000	Juli . .	30,059	November	29,969
.	30,081	August .	30,085	December	29,874

fm. de Petersbourg. VIme Sér. T. III.
Oltmanns astronomische und hypsometrische Grundlagen der
eibung. Stuttg. 1831. S. 97.

Digitized by Google

Hier erreichte also das Barometer in 6 Monaten die Höhe von 30 Zoll, in 6 andern aber blieb es unter diesen. Eine ähnliche Reihe von Beobachtungen, welche im Macquarie-Hafen unter 42° 12′ S. B. und 214° 39′ westl. L. von Greenwich, jedoch nur in den Monaten Juni 1822 bis Januar 1823 angestellt wurden, geben das nämliche Gesetz zu erkennen, indem sie im Monat Juni das Barometer 30 Zoll erreichte und zwar genauer aus 5 Tagen im Mittel 30″,090, wogegen das Minimum in den October mit einem Mittel von 29″,374 aus 23 Tagen fiel. Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht dieser Thatsachen.

Ort	Breite	Höhe Tois.	Differenz	Zeit der Beobachtung
Port Macquarie	31° 26′ S.	— —	1‴,27	1 Jahr
Capstadt . . .	23 15 —	— —	1,97	9 Jahre
Rio Janeiro . .	22 15 —	— —	3,36	1 Jahr
Sta Fé de Bogota	4 36 N.	1366	— 0,39	1 Jahr
Seringapatam .	12 25 —	377	2,02	1 Jahr
Bangalore . . .	12 55 —	500	— 1,72	1 Jahr
Madras	13 5 —	— —	2,36	21 Jahre
Calcutta . . .	22 40 —	— —	4,72	8 Jahre
Macao	22 50 —	— —	4,50	1 Jahr
Havanna . . .	23 8 —	— —	1,09	3 Jahre
Benares . . .	25 18 —	— —	5,75	4 Jahre
Khatmandu . .	27 42 —	726	2,66	10 Monate
Cairo	30 2 —	— —	3,57	11 Monate
Natchez . . .	31 20 —	— —	1,76	5 Jahre
Palermo . . .	38 5 —	— —	— 0,34	20 Jahre
Washington[1] .	40 12 —	— —	0,179	4 Jahre
Rom	41 59 —	— —	— 1,29	7 Jahre
Marseille . . .	43 18 —	— —	— 1,73	7 Jahre
Padua	45 28 —	— —	— 0,68	7 Jahre
Strafsburg . .	48 35 —	— —	— 0,16	32 Jahre
Copenhagen . .	55 41 —	— —	— 1,66	7 Jahre
Felix Harbour .	70 0 —	— —	— 0,015	2,5 Jahre
Port Bowen . .	73 30 —	— —	0,053	18 Monate
Melville . . .	74 00 —	— —	0,436	10 Monate

Dafs das Gesetz unter denjenigen Breiten wieder umgekehrt wird, wo auch die täglichen Oscillationen einen gegengesetzten Charakter annehmen, hat allerdings etwas

1 Trans. of the Amer. Phil. Soc. New Ser. T. II. p. 432

es. Können die hier beigebrachten Thatsachen als hin-
beweisend gelten, so folgte hieraus als allgemeines
, dafs unter der tropischen und subtropischen Zone das
ter im Winter höher stehe als im Sommer, dafs in der
ten Zone das umgekehrte Verhalten statt finde, in der
hen aber, die jedoch erst über den 70sten Breitengrad
anfängt, die ursprüngliche Regel wieder zum Vorschein
Da die Barometerschwankungen offenbar mit den
mungen zusammenhängen und diese wieder von der
ien Erwärmung und dem ungleichen Feuchtigkeitszu-
der verschiedenen Luftschichten bedingt werden, so
man als Ursache hiervon angeben, dafs in der tropi-
und subtropischen Zone die wechselnden Luftströmun-
regelmäfsiges Gesetz befolgen, welches jedoch durch
re Mengung warmer und kalter Luftmassen in der tem-
Zone umgekehrt wird, in der polarischen aber sich
kenntlich macht, weil diese Mengungen bis dahin nicht
Temperatur und Feuchtigkeitszustand der Luft wären
die Bedingungen, von denen die Barometerschwankun-
hängen.

) Kämtz hat bereits aus eilfjährigen Pariser und vier-
rigen Strafsburger Beobachtungen gefolgert, dafs es
einen doppelten jährlichen Wechsel der höhern und
Barometerstände gebe. Nach dem Ueberblicke der
erstände in den einzelnen Monaten an verschiedenen
er temperirten und kalten Zone scheint mir dieses ein
nes Gesetz zu seyn, was sich selbst bis zur tropischen
, jedoch minder auffallend, erstreckt. Im Mittel
ich annehmen, dafs die beiden Maxima in den Fe-
d September fallen, so wie aber der Wechsel der
ten hinsichtlich der Temperatur verschieden ist, in-
Winterzeit zuweilen schon im October, zuweilen
am Ende des December eintritt, und ebenso das
des Frühlings um den Unterschied von einigen Mo-
hwankt, entfernen sich die beiden Maxima von die-
nalpuncten nach der einen und der andern Seite,
n nur lange anhaltende Beobachtungen sie kenntlich
können. Zur Erläuterung setze ich die Pariser Beob-
n von den Jahren 1816 bis 1826 her.

Digitized by Google

Januar .	335‴,86	Mai . .	334‴,52	Sept. . .	335
Februar .	335,83	Juni . .	335,40	October .	33
März . .	334,96	Juli . .	335,09	November	33
April . .	334,49	August .	335,15	December	33

Hier sind allerdings die beiden Perioden nicht sehr auff
es scheint mir jedoch ein um so gültigerer Beweis ihre
handenseyns gerade in dem Umstande zu liegen, dafs
Beobachtungen an dem nämlichen Orte zum Vorschein
men, wenn diese einen hinlänglich langen Zeitraum um
Hierzu können am besten die ohnehin sehr genauen
burger dienen. Aus diesen, 15 Jahre von 1806 bis 18
fassenden, giebt Kämtz folgende Mittelwerthe.

Januar .	333‴,128	Mai .	332‴,516	Sept. .	333
Februar .	333,452	Juni . .	333,416	October .	33
März . .	332,905	Juli . .	333,168	November	33
April . .	332,449	August .	333,352	December	33

Allerdings sind hierin die beiden Perioden kenntlich, alle
ungleich deutlicher kommen sie in den mittleren W
zum Vorschein, welche Dr. Eisenlohr aus denen ge
hat, welche 32 Jahre umfassen.

Januar	333‴,1939	Mai .	332‴,6868	Sept.	333
Februar	333,5541	Juni . .	333,4294	October	333
März .	332,9992	Juli . .	333,2027	Novemb.	333
April . .	332,4463	August	333,3750	Decemb.	332

Es sind mir übrigens für jetzt keine Barometerbeobach
bekannt, aus denen diese doppelte Periode deutlicher
vorgeht, als die in den Jahren 1831, 1832 und 18
Petersburg mit einem vortrefflichen Barometer von G
sohn angestellten, die ich daher auf 14° R. reducirt übe
lich zusammenstelle[1].

1 Mém. de Petersburg. VIme. Sér. T. III.

Monat	1831	1832	1833	Mittel
Januar . .	27,946	28,103	28,216	28,0883
Februar .	28,219	28,417	28,089	28,2416
März . .	28,334	28,178	28,286	28,2660
April . .	28,133	28,220	28,053	28,1353
Mai . .	28,126	27,986	28,110	28,0740
Juni . .	28,028	28,090	28,102	28,0733
Juli . .	28,152	27,846	27,963	27,9870
August . .	28,020	28,115	27,770	27,9683
September	28,134	27,928	28,418	28,1600
October .	28,242	28,241	28,326	28,2696
November	28,030	28,006	27,913	28,1163
December	28,171	28,256	27,803	28,0763
Mittel . .	28,125	28,149	28,088	28,1216

n wir diese Gröfsen nach den Jahreszeiten, so erhalten r den Winter 28,1354, für den Frühling 28,1584, für mmer 28,0095 und für den Herbst 28,1819. Die dop- Oscillation ist sogar in den einzelnen Jahren sichtbar, deutlicher in den mittleren Werthen, indem das erste mum im März durch ein Minimum zum zweiten Maxi- im October übergeht. An andern Orten stellen sich je- die zwei Maxima und Minima nicht auf gleiche Weise ch heraus; denn obgleich sie sich auffinden lassen, so sie doch in zu ungleichen Entfernungen von einander, fs man sie nicht für zufällig halten sollte. Dieses ist der ei den Beobachtungen, die zu Kasan und Slatoust ange- nd durch KUPFFER[1] mitgetheilt worden sind, bei denen sich s der Unterschied der Jahreszeiten gleichfalls zeigt. Es mlich zu Kasan der mittlere Barometerstand im Winter 69, im Frühling 334,5996, im Sommer 332,6939 und rbst 335,3969 par. Lin. Hier ist also im Sommer ein ndes Minimum, dagegen das Maximum im Herbst und nter, oder genauer ist nur ein auffallendes Minimum im n 331,0083 und ein ebenso auffallendes Maximum im ber von 337,9239 par. Lin. vorhanden, welchem letz- Maximum ein anderes im Februar von 337,5253 par. ihe kommt. Zu Slatoust war der mittlere Barometer- m Winter 321,2119, im Frühling 320,2363, im Som- 9,1279 und im Herbst 322,0103 par. Lin. und ebenso

[1] Poggendorff Ann. XVII. 499.

Digitized by Google

das Minimum im Juli von 317,7103 und das Maximum November von 324,8909 par. Lin., welchem gleichfalls zweites Maximum im Februar von 322,4976 par. Lin. kommt.

Die Verrückung dieser Perioden in den verschied Jahren oder ihr Schwanken um den bestimmten Termi mir vorzüglich bei den von Ross zu Felix-Harbour a stellten Beobachtungen aufgefallen, welche ich daher hi engl. Zollen nebeneinander stelle.

Monat	1829	1830	1831	1832
Januar . .	....	29,692	30,129	29,648
Februar .	....	30,116	29,972	29,852
März . .	....	30,015	29,903	29,968
April . .	....	29,997	29,977	30,004
Mai . . .	....	30,242	30,040	....
Juni . . .	....	30,105	29,942	....
Juli . . .	....	29,859	29,920	....
August .	....	29,854	29,860	....
September	....	29,834	29,815	....
October .	....	29,886	30,028	....
November	29,682	30,027	30,125	....
December	29,896	30,083	29,777	....

73) Insofern aus der hier mitgetheilten Uebersicht e verschiedenen Jahren verschiedenes Verhalten an einem und selben Orte deutlich hervorgeht, so bin ich nicht ge eine der Zunahme östlicher Länge zugehörige Verme der Differenz des Barometerstandes im Sommer und im W ter anzunehmen, wie Schübler[1] aus einer Vergleichung Barometerhöhen in den Jahren 1826 und 1827 zu Paris, G Stuttgart und Wien folgert. Dagegen ist ein Zusammen zwischen dem Wechsel der Temperatur und der Barom höhen keinen Augenblick zweifelhaft, insofern eine Erh der der jedesmaligen Jahreszeit zugehörigen Temperatur einem Sinken des Barometers begleitet zu seyn pflegt. Kä erwähnt, dafs schon ältere Physiker dieses beachteten und mentlich Mairan[3] es ausführlich untersuchte. Später sp

1 Correspondenzblatt des würtemb. landwirthsch. Vereins. XII. S. 70. XIII. S. 341.

2 Meteorologie. Bd. II. S. 310.

3 De Luc Recherch. sur les mod. de l'atmosph. T. I. p. 170.

Buch[1] den Satz aus, das Barometer könne uns ebenso über das Klima eines Ortes belehren, als das Thermome-
Dove[2] wies den Zusammenhang der Anzeigen beider Ap-
e gründlich nach, und im Wesentlichen ist die Sache
kennbar, wenn gleich der von Kämtz gewählte Aus-
, wonach

$$B' = B \frac{1}{1+0{,}00375\,t'}$$

soll, worin B' den corrigirten, B den mittleren Barome-
nd, t' den Unterschied der Temperatur von der, der je-
ligen Zeit zugehörigen, mittleren bezeichnet, nur genä-
Werthe geben kann[3]. Vor allen andern dienen die aus
Barometerbeobachtungen zu Kasan und Slatoust entnom-
n Resultate zum auffallendsten Beweise des Zusammen-
s zwischen den Barometerständen und den Temperatu-
denn nicht leicht ist an irgend einem andern Orte der
schied der Wärme im Sommer und der Kälte im Winter
ofs als dort, und ebendaselbst ist auch die Differenz der
meterstände am gröfsten; ja man sieht, wie mit dem Ein-
der gröfsten Kälte im November und Februar ebenso re-
fsig das Maximum des Barometerstandes zusammenhängt,
das Minimum des letzteren mit der gröfsten Hitze im

4) Inzwischen ist der Einfluſs der Temperatur kein un-
lbarer, sondern ein mittelbarer, insofern sie selbst wieder
ine Folge der eigenthümlichen Luftströmungen erscheint,
ich in den herrschenden Winden nur zum Theil kennt-
machen. Ohne hier auf die möglichen Entstehungsarten
Winde, ihren regelmäfsigen und regellosen Wechsel und
ge Untersuchungen einzugehn, die einem andern Orte
halten bleiben, darf wohl in voraus angenommen wer-
daſs alle meteorologische Phänomene durch die Luftströ-
en bedingt werden, die insofern statt finden, als die
ere Luft über erwärmten Stellen aufsteigt, die sie be-

G. V. 14.

Poggendorff Ann. XIII. 613.

Man ersieht hieraus, was Ramond Mém. de l'Inst. 1818. p. 126.
, wenn er sagt: on peut dire, que le baromètre est plus ther-
tre que le thermomètre même.

Digitized by Google

grenzende dichtere eindringen läfst und dann oben ab
Diese regelmäfsige Strömung, die zum Theil in den P
winden kenntlich wird, unterliegt jedoch mannigfaltigen
dificationen, welche in der temperirten Zone ihren E
wohl vorzüglich äufsern, so dafs ein vorwaltendes Gesetz
mehr zu erkennen ist, indem aufser dieser bedeutendsten
eine Menge anderer, meistens zwar über weite Länderstr
verbreiteten, dennoch aber nur partieller Fluthungen sta
det. Sie zeigen sich keineswegs blofs in den Beweg
derjenigen Luftschichten, welche die Oberfläche der Erd
rühren, und die von den Meteorologen meistens nur als
schende Winde beachtet werden, obgleich sie sogar in
gen Entfernungen durch örtliche Bedingungen bedeutende
änderungen ihrer Richtung und selbst ihrer Stärke er
sondern äufsern ihren Einfluſs hauptsächlich auch dur
Vorhandenseyn in den höhern Regionen, wo so häufig
wartet Trübungen entstehn und Wolkenbildungen statt
die sich nicht selten durch eine Verminderung des Luftd
und ein Sinken des Quecksilbers im Barometer schon i
aus ankündigen. Bleiben wir indefs nur bei den uns n
lich werdenden Luftströmungen, den Winden, stehn, so
deren bedeutender Einfluſs auf die gesammte Witterung
somit auch auf die Oscillationen des Barometers, wohl au
ner Sache so augenfällig hervor, als aus dem Resulta
neuesten Untersuchungen des Dr. Eisenlohr, wonach
die durch den Mond verursachten Hebungen und Sen
des Quecksilbers im Barometer mit der Richtung der W
im Zusammenhange stehn. Hierdurch wird dieses le
räthselhafte Problem zwar noch dunkler, inzwischen geht
mit zugleich ein schwacher Schimmer der Hoffnung auf,
hierfür vielleicht ein allgemeines Gesetz aufzufinden.

75) Der *Einfluſs der Winde* auf die Oscillationen
Barometers ist bereits[1] erwähnt worden und dabei das Verdie
hervorgehoben, welches L. v. Buch sich dadurch erwarb, daſs
die Aufmerksamkeit der Physiker auf diesen Gegenstand v
züglich richtete. Seitdem hat Kämtz[2] diese Aufgabe grü

1 S. Art. *Barometer.* Bd. I. S. 935.
2 Meteorologie. Th. II. S. 313.

erörtert und gezeigt, dafs LAMBERT[1] schon im J. 1771
ahl, die mittleren Barometerstände bei einzelnen Winden
suchen, um auf diese Weise sicherer zu einem allgemei-
Resultate zu gelangen. Auch KIRWAN[2] kannte bereits
Einfluſs der Winde und der Wärme auf die Höhe des
neterstandes und hat diesen in Beziehung auf beide durch
Menge von Beispielen dargethan. Insofern die barome-
en Oscillationen so sehr unter dem Einflusse der Wind-
ngen stehn, dafs man die letzteren aus den ersteren weit
, als aus gewöhnlichen Windfahnen erkennen kann, die
selten durch örtliche Einflüsse bedingt werden, nannte
BUCH die durch die veränderliche Höhe der Quecksil-
ule im Barometer beschriebenen Curven *barometrische*
rosen. Später erkannte DOVE[3] aus eigenen Beobachtun-
len innigen Zusammenhang beider Phänomene, unter-
e das Problem gründlich und theilte die Resultate in ei-
ehr belehrenden Abhandlung mit. Da der Wind nach
verschiedenen Richtung einen ganzen Kreis durchläuft,
also durch Functionen des Kreises ausgedrückt werden
und die Aenderung der Windrichtung, wie man schon
Baco's Aeufserung hierüber allgemein anzunehmen pflegte,
dem Laufe der Sonne in der Regel zusammenfallen soll,
ählt man von Nord = 0 aus durch Ost, Süd u. s. w., be-
net W für N durch 0, für NO durch 1, für O durch
s. w. und entfernt die Anomalieen der einzelnen Beob-
gen durch Anwendung der oben bereits angegebenen In-
ationsformel, um den einem jeden Winde zugehörigen
eterstand genauer aufzufinden. Heifst demnach B die
e Barometerhöhe, B_w die einem gewissen Winde zuge-
, so findet man diese durch den Ausdruck

$$= B + u \,\mathrm{Sin.}\,(w\frac{2\pi}{n} + v) + u' \,\mathrm{Sin.}\,(w\frac{4\pi}{n} + v') + \ldots,$$

a es genügt, bei den beiden letzteren Gliedern der Glei-
stehn zu bleiben, so erhält man

$$B_w = B + u\,(w\,45° + v) + u' \,\mathrm{Sin.}\,(w\,90° + v'),$$

u und u', v und v' Constanten sind, deren genauester

---

[1] Deutscher gelehrter Briefwechsel. Th. IV. S. 107.
[2] Journ. de Phys. T. XXXIX. p. 100.
[3] Poggendorff Ann. XI. 545.

Mittelwerth aus den gegebenen Beobachtungen aufgefu
wird. Zur Bestimmung der Maxima und Minima hat
demnächst auf gleiche Weise

$$\frac{d.B_w}{dw} = 0 = u\,\mathrm{Cos.}(w\,45^\circ + v) + 2u'\,\mathrm{Cos.}(w\,90^\circ + v'$$

Bezeichnet man die den 8 Winden zugehörigen beobach
mittleren Barometerhöhen durch 0, 1, 2, ... 7, so erhält
nach der von Bessel[1] gefundenen Interpolationsformel

$$B = \frac{0+1+2+3+4+5+6+7}{8},$$

wofür man unbedenklich den mittleren Barometerstand s
kann; zur Auffindung der Constanten dienen aber folg
Gleichungen

$$u\,\mathrm{Sin.}\,v = \tfrac{1}{4}[0-4+(1-3-5+7)\,\mathrm{Sin.}\,45^\circ]$$
$$u\,\mathrm{Cos.}\,v = \tfrac{1}{4}[2-6+(1+3-5-7)\,\mathrm{Cos.}\,45^\circ]$$
$$u'\,\mathrm{Sin.}\,v' = \tfrac{1}{4}(0-2+4-6)$$
$$u'\,\mathrm{Cos.}\,v' = \tfrac{1}{4}(1-3+5-7).$$

Wollte man die Rechnung für 16 Winde führen und be
beiden ersten Gliedern stehn bleiben, so wäre der allge
Ausdruck:

$$B_w = B + u\,\mathrm{Sin.}(w\,22^\circ 30' + v) + u'\,\mathrm{Sin.}(w\,45^\circ + v')$$

und für die Maxima und Minima

$$\frac{d.B_w}{dw} = 0 = u\,\mathrm{Cos.}(w\,22^\circ 30' + v) + 2u'\,\mathrm{Cos.}(w\,45^\circ + v'$$

die Bedingungsgleichungen wären dann, wenn man au
suchen wollte,

$$B = \frac{0+1+2+3+\ldots\ldots 15}{16}.$$

$$u\,\mathrm{Sin.}\,v = \tfrac{1}{8}[0-8+(1-7-9+15)\,\mathrm{Cos.}\,22^\circ 30'$$
$$+(2-6-10+14)\,\mathrm{Cos.}\,45^\circ+(3-5-11-13)\,\mathrm{Cos.}\,67$$
$$u\,\mathrm{Cos.}\,v = \tfrac{1}{8}[4-12+(1+7-9-15)\,\mathrm{Cos.}\,67^\circ 30'$$
$$+(2+6-10-14)\,\mathrm{Cos.}\,45^\circ+(3+5-11-13)\,\mathrm{Cos.}\,22$$
$$u'\,\mathrm{Sin.}\,v' = \tfrac{1}{8}[0-4+8-12$$
$$+(1-3-5+7+9-11-13+15)\,\mathrm{Cos.}\,45^\circ]$$
$$u'\,\mathrm{Cos.}\,v' = \tfrac{1}{8}[2-6+10-14$$
$$+(1+3-5-7+9+11-13-15)\,\mathrm{Cos.}\,45^\circ]$$

---

1 Astronomische Beobachtungen u. s. w. Th. I. S. 9. Die
der Rechnung ist die nämliche, welche oben §. 80. zur Auffind
der Stunden, denen gewisse Barometerhöhen zugehören, angege
wurde. Es wird jetzt allgemein Gebrauch davon gemacht.

76) Kämtz hat zur Bezeichnung des Zusammenhanges ...hen Barometerhöhen und Windrichtungen folgende Ue...cht gegeben, in welcher ich statt der bereits mitgetheilten ...ner die Carlsruher setze.

...ind	London[1]	Middelburg[2]	Hamburg[3]	Kopenhagen[4]	Apenrade[5]	Paris[6]
	336‴,55	338‴,05	336‴,4	338‴,91	336‴,16	336‴,50
...O	7,22	7,67	6,8	9,18	7,15	6,68
	6,43	7,58	6,3	8,54	6,69	5,68
...O	5,50	5,57	6,2	6,64	7,14	4,26
	4,41	3,93	4,9	6,70	4,25	3,87
...W	4,80	4,45	4,5	6,51	5,16	4,03
...W	5,70	6,05	5,5	7,38	6,24	4,94
...W	6,03	6,48	6,2	8,45	6,45	5,92
...ittel	5,83	6,22	5,9	7,91	5,92	5,23

...ind	Minden[7]	Carlsruhe[8]	Wien[9]	Ofen[10]	Moskau[11]	Stockholm[12]
...N	336‴,97	334‴,75	332‴,43	329‴,81	329‴,40	335‴,98
...NO	7,07	4,95	2,09	30,29	30,28	6,41
...O	6,83	4,57	0,60	29,48	29,77	5,71
...SO	5,35	3,51	1,72	30,62	28,81	4,57
...S	4,54	2,74	1,47	28,87	28,32	4,20
...SW	4,81	3,52	0,65	28,27	28,19	4,30
...W	5,39	3,96	0,63	29,24	28,51	5,15
...NW	6,97	4,54	2,10	29,70	28,82	5,38
...ittel	5,99	4,12	1,49	29,49	29,01	5,21

1 Beob. von 1776 bis 1781 und 1787 bis 89 in Phil. Trans.
2 Beob. von de Perre, berechnet durch L. v. Buch. Berl. Abh. ...S. 107.
3 Beer in: Hamburgs Klima. S. 68.
4 Schouw Klimatologie. Hft. 1. S. 88.
5 Beobachtungen von Neuber ebend. S. 91.
6 Beob von Bouvard nach Dove in Poggendorff Ann. XI. 545. ...Edinburgh Journ. of Sc. N. XVII. p. 77.
7 Durch Prof. Hoffmann an Kämtz mitgetheilt.
8 Eisenlohr Unters. über das Klima u. d. Witterungsverhältnisse ...Carlsruhe. S. 65.
9 Baumgartner Naturlehre. 3. Aufl. S. 715.
10 Beob. von Weiss nach L. v. Buch a. a. O.
11 Beob. von Engel und Stritter, berechnet von Kämtz.
12 Beob. von Nicander in Mannh. Ephem., berechnet von Kämtz.

Digitized by Google

Der Einfluss der Windrichtung auf den Stand des l
meters zeigte sich nach Nizze[1] auch in den funfzigjäh
Beobachtungen zu Bützow, indem NW, N, NO und O
Abweichung über und SO, S, SW und W dagegen eine
weichung unter das Mittel des Barometerstandes gaben.

Es zeigt sich also allgemein, dafs das Barometer bei süd
und südwestl. Winden den niedrigsten, bei nördlichen und
östl. Winden den höchsten Stand hat, und sofern die höhere
peratur dem niedrigern Barometerstande, die niedrigere abe
höhern zugehört, mufs auch ein diesem entsprechender Zusa
hang zwischen der Wärme und den Windrichtungen sta
den. Einige Meteorologen sind daher geneigt, den U
schied des Barometerstandes bei verschiedenen Winden
Einfluss der Wärme ausschliefslich abzuleiten, wonach
der niedrigste Barometerstand und die gröfste Wärme a
ner gewissen Richtung des Windes zusammenfallen, di
xima der Barometerhöhen und die niedrigsten Temp
dagegen dieser gegenüber liegen müfsten; allein die W
richtungen unterliegen nicht selten örtlichen Bedingunge
namentlich ist der Umstand der Beachtung sehr werth,
welchen Kämtz[2] aufmerksam gemacht hat, dafs nämli
Barometer steigen mufs, wenn den an gewissen Orten i
gemeinen vorherrschenden Luftströmungen andere ent
fliefsen und dadurch eine Aufhäufung der Luftmassen
ken. Aus ebendieser Ursache leitete schon früher L. v.
den ungewöhnlich hohen Barometerstand auf Teneriffa a
bereits oben (§. 44.) erwähnt worden ist, und wir würde
Erweiterung des dort aufgestellten allgemeinen Satzes er
wenn wir annehmen wollten, dafs durch das Zusamme
örtlicher Luftströmungen mit der allgemeinen bereits herr
den eine Wegführung der Luftmassen bei niedrigem
meterstande, durch das Entgegenströmen beider dagege
Aufhäufung derselben bei hohem Barometerstande
werde.

77) Aus der oben (§. 66.) mitgetheilten Uebersi
giebt sich eine Zunahme der absoluten Maxima und

1 Kastner Archiv. Th. VII. S. 253.
2 Meteorologie. Th. II. S. 319.

Digitized by Google

ometerschwankungen mit den Graden der Breite, und endieses Gesetz rücksichtlich der mittleren monatlicillationen statt finde, hat Kämtz[1] durch eine aufserhe Menge von Beispielen erwiesen, die aus den verssten Quellen mühsam zusammengetragen sind. Die iche Zusammenstellung ist so interessant und für die ht der barometrischen Oscillationen an den verschierten und unter zunehmenden Breiten so wichtig, dafs Bedenken trage, die Hauptresultate, um einige wemehrt, hier aufzunehmen, wegen der Quellen jedoch arung des Raumes auf das Werk selbst verweise. e Columne enthält die mittlere ganzjährliche Oscillar. Linien.

Orte	Breite	Länge v. G.	Höhe in T.	Oscillat.
avia . . .	6°12′ S.	106°54′ O.	0	1,32
roli (Domingo)	18 35 N.	70 0 W.	0	1,82
rra Leone . .	8 30 —	12 30 —	0	1,97
rtinique . .	15 40 —	61 0 —	0	2,29
ingapatam . .	12 45 —	76 51 O.	400	2,45
exico . . .	19 26 —	99 5 W.	1168	2,79
avannah . . .	23 9 —	82 23 —	0	2,84
lcutta . . .	22 34 —	88 29 O.	0	3,35
o Janeiro[2] . .	22 54 S.	42 39 W.	4	3,43
hna[3] . . .	18 00 N.	. . . . —	300	3,61
neriffa . . .	28 28 —	16 16 O.	0	3,76
ppo	36 11 —	36 50 —	- -	4,03
ro	30 2 —	31 19 —	0	4,10
chal (Madeira)	32 37 —	16 55 W.	0	4,62
dad	33 20 —	44 25 O.	0	4,64
stadt . . .	33 55 S.	18 24 —	0	5,52
delberg . .	49 24 N.	8 41 W.	55	6,44
ix Harbour[4] .	69 59 —	92 0 W.	0	6,69
rlestown . .	32 50 —	80 10 W.	0	6,99
nt Louis . .	42 50 —	2 5 O.	- -	7,02
ing	39 64 —	116 28 —	0	7,38
ron	43 10 —	0 40 W.	- -	7,44
amatta . . .	33 49 S.	151 1 O.	0	7,50

—

[1] teorologie. Th. II. S. 333.
[2] uwied Journal von Brasilien. Heft I. S. 149.
[3] es in Phil. Trans. 1835. p. 167.
[4] ss Narrative of a second Voyage. Appendix.

Digitized by Google

Orte	Breite	Länge v. G.	Höhe in T.	Oscillat.
Lausanne . . .	46°31′N.	6°45′O.	255	7,57
Rom	41 54—	12 28—	0	7,60
Marseille . . .	43 18—	5 22—	0	7,84
St. Gotthardt .	46 0—	8 35—	1073	7,96
Montpellier . .	43 36—	3 53—	0	7,99
Turin	45 4—	7 35—	123	8,02
Mantua . . .	45 9—	10 48—	---	8,04
Mailand . . .	45 28—	9 12—	66	8,34
Pyschminsk . .	57 0—	78 50—	---	8,42
Mezin	44 6—	0 10W.	---	8,43
Arles	43 41—	4 38O.	---	8,44
Unalaschka[1] . .	57 — —	167 40W.	---	8,44
Dijon	47 19—	5 2O.	143	8,48
Bourbonne les Bains	46 35—	1 26W.	---	8,51
Dax	43 42—	1 3W.	---	8,52
Ofen	47 30—	19 3O.	---	8,83
Padua	45 24—	11 53—	0	8,87
Cüsset (Bourbonnais)	46 36—	3 25—	---	8,91
St. Maurice . .	46 30—	1 0—	295	8,98
Augsburg . . .	48 22—	10 54—	244	9,01
Wien	48 13—	16 23—	160	9,10
Mühlhausen . .	47 49—	7 10—	---	9,15
Metz	49 7—	6 10—	75	9,22
München . . .	48 8—	10 34—	276	9,26
Troyes . . .	48 18—	4 5—	---	9,52
Prag	50 5—	14 25—	98	9,55
Bourdeaux . .	44 50—	0 34W.	0	9,61
Les-Efforts . .	46 47—	1 0O.	---	9,67
Kamyschin . .	50 5—	45 24—	---	9,69
Strafsburg[2] . .	48 35—	7 45—	71	9,72
Kinfouns Castle[3]	56 53—	.. ....	25	9,72
Chinon	47 21—	0 30—	---	9,74
Regensburg . .	49 1—	12 2—	197	9,76
Poitiers . . .	46 35—	0 21—	---	9,95
Montargis . . .	47 42—	3 35—	---	9,98
Breslau	51 7—	17 2—	67	10,08
Carlsruhe[4] . .	49 1—	8 24—	55	10,06
Laigle	48 54—	2 10—	---	10,12
Nantes	47 13—	1 33W.	0	10,16
Hagenau . . .	48 49—	7 40O.	74	10,17

1 Kupffer in Poggendorff Ann. XXIII. 116.
2 Eisenlohr in Poggendorff Ann. XXXV. 144.
3 Edinb. New Phil. Journ. N. XXXII. p. 389.
4 Eisenlohr Klima u. Witterungsverhältnisse von Carlsruhe. 1

Orte	Breite	Länge v. G.	Höhe in T.	Oscillat.
ſontmorenci . .	49° 0′N.	2°19′W.	—	10,22
a Rochelle . .	46 9—	1 10 —	0	10,27
hartres . . .	48 27—	1 29 O.	—	10,27
rras	50 12—	2 45 —	—	10,42
aris	48 50—	2 20 —	37	10,49
annheim . .	48 29—	8 28 —	47	10,49
ire	48 50—	0 50 W.	0	10,51
ouen	49 26—	1 6 O.	—	10,63
oskau . . .	55 46—	37 33 —	60	10,74
gen	51 42—	15 22 —	85	10,89
iden . . .	52 9—	4 29 —	0	10,96
mbray . . .	50 11—	3 14 —	0	11,05
rt Churchil . .	58 47—	94 4 W.	0	11,09
ille	51 29—	11 58 O.	50	11,18
rlin	52 31—	13 22 —	18	11,19
mburg . . .	53 33—	9 59 —	0	11,20
whaven . .	41 10—	72 30 W.	0	11,21
nzanze . . .	50 12—	5 32 —	0	11,27
issel . . .	50 51—	4 22 O.	44	11,37
mbridge . .	42 23—	72 17 W.	0	11,37
ittingen . .	51 32—	9 55 O.	69	11,41
. Malo . . .	48 39—	2 1 W.	0	11,45
kuzk . . .	62 2—	129 42 O.	45	11,49
omsk . . .	59 39—	83 10 —	41	11,53
dmouth . . .	50 41—	3 13 W.	—	11,63
istol	51 27—	2 35 —	—	11,86
ag	52 5—	4 19 O.	0	11,95
anenburg . .	52 20—	4 52 —	0	12,08
rendam . .	52 20—	5 0 —	0	12,10
nie (Pertshire)	56 35—	— — —	29	12,16
mouth . .	50 22—	4 8 W.	0	12,20
kirchen . .	51 2—	3 14 O.	0	12,26
enhagen . .	55 41—	12 34 —	0	12,31
don . . .	51 31—	0 0 —	0	12,36
eker . . .	53 16—	1 0 O.	0	12,38
erdam . .	51 55—	4 29 —	0	12,42
rschau . .	52 14—	21 3 —	—	12,47
rsburg[1] . .	59 56—	30 19 —	16	12,49
n[2] . . .	55 44—	49 35 —	20	12,50
oust[2] . . .			187	12,51

—

h den genauen Beobachtungen in den Jahren 1831, 1832 u.
er höchste monatl. mittlere Stand im Sept. 1833 = 28,418 Z.,
ste im August 1833 = 27,77 Zoll, also betrug die Oscilla-
776 Lin. S. Mém. de Petersb. VIme Sér. T. III. p. XV.
FFER in Poggendorff's Ann. XVII. 501.

Digitized by Google

Orte	Breite	Länge v. G.	Höhe in T.	Oscillat.
Gosport . . .	50° 48' N.	1° 6' W.	---	12,72
Amsterdam . .	52 22 —	4 53 O	0	12,73
Middelburg . .	51 30 —	3 37 —	12	12,85
Spydberg . . .	59 30 —	9 10 —	106	13,05
Upsala	59 52 —	17 39 —	---	13,10
Bützow[1] . . .	53 54 —	12 9 —	5	13,17
Torneö . . .	65 51 —	24 10 —	0	13,19
Leuwarden . .	53 12 —	1 40 —	0	13,22
Stockholm . .	59 21 —	18 3 —	0	13,24
Abo	60 27 —	22 20 —	0	13,28
Castle-Toward[2]	55 50 —	4 58 W.	19	13,48
Lancaster . . .	54 5 —	2 45 —	0	13,74
Kendal[3] . . .	54 20 —	2 56 —	0	13,74
Edinburg . . .	55 57 —	3 10 —	43	13,82
Bergen . . .	60 24 —	5 21 O.	0	13,86
Nain	57 8 —	61 20 W.	0	14,34
Umeo	63 50 —	20 15 O.	0	14,36
Christiania . .	59 55 —	10 49 —	0	14,62
Näs[4] (Island) .	64 30 —	20 15 W.	---	15,92

Aus dieser Zusammenstellung geht auffallend hervor, die mittleren monatlichen unregelmäfsigen Oscillationen niederen Breiten kaum wahrnehmbar sind und sich in gelmäfsigen fast gänzlich verlieren, dagegen mit zuneh Breiten wachsen, bis sie eine bedeutende, schon in w Monaten kenntliche Gröfse erhalten. Eine nähere U chung der Beobachtungen ergiebt ferner, dafs die monatlichen Oscillationen der verschiedenen Jahre sehr gleichen und weniger von einander verschieden sin die absoluten Maxima, die nur ausnahmsweise eine s deutende Gröfse zu erreichen pflegen. Kämtz hat v die Gröfse dieser Schwankungen als eine Function der durch einen analytischen Ausdruck darzustellen, jedoch er für verschiedene Reihen von Breitengraden andere cienten gebrauchen, um die Beobachtungen mit den F in Uebereinstimmung zu bringen, und aufserdem zeigt

1 Nizze in Kastner's Archiv. Th. VII. S. 253.

2 Kirkman Finlay in Edinb. New Phil. Journ. N. XXXV.

3 Sam. Marshall in Edinburgh Journ. of Sc. New Ser. p. 332.

4 Schouw in Poggendorff Ann. XXVI. 428.

Gröfse der Oscillationen unter sehr hohen Breiten, dafs
rt wieder abnehmen. Es wäre zwar leicht, den analy-
n Ausdruck hiernach einzurichten, allein der bloſse An-
der Tabelle zeigt deutlich, dafs noch andere Einflüsse,
geographische Breite, die Gröfse dieser Schwankungen
en. Hierüber allgemeine Gesetze aufzufinden scheint
r jetzt noch unthunlich und ich verweise deswegen auf
Versuch von Kämtz[1], für einen Theil von Europa und
diejenigen Orte zu bestimmen, wo die unregelmäfsigen
tterschwankungen einander gleich sind, und diese durch
zu verbinden, welche er *isobarometrische Linien* nennt[2].
gemeinen ist nicht zu verkennen, dafs der gröfsere
el der Temperatur mit den gröfseren Schwankungen des
ters zusammenfällt, und beide Phänomene haben dann
in den Mengungen wärmerer und kälterer Luftmassen
rund, wovon die ersteren aus der äquatorischen Zone,
teren von den Polen herzuströmen, die barometrischen
ionen aber werden da am häufigsten und am gröfsten
wo diese Ströme am häufigsten und von gröfster
iedenheit zusammentreffen. Hieraus erklärt sich dann
die Abnahme derselben in der Polarzone und vielleicht
ter dem Pole selbst der Stand des Barometers ebenso
t, als unter dem Aequator.

) Ueber den *Zusammenhang zwischen den barometri-
chwankungen und den Hydrometeoren nebst den Win-*
e sie zu begleiten pflegen, ist bereits geredet worden[3];
enen hier jedoch noch die bedeutenden Erweiterungen
zu werden, welche dieses Problem durch die gehaltrei-
tersuchungen von Dove[4] und Kämtz[5] erhalten hat.
legt dabei Pariser, letzterer Stockholmer Beobach-
nm Grunde, und aus beiden folgt ganz übereinstim-
lafs im Allgemeinen das Barometer am Tage vor dem
nkt, während des Regens selbst aber steigt, in bei-
en aber bei östlichen Winden sinkt und bei westli-

---

[1] *Meteorologie.* Th. II. S. 339.
[2] Kämtz gesteht selbst, dafs dieser Name eigentlich für gleiche
Höhen gehöre, wie bereits oben §. 61. bemerkt wurde.
[3] Art. *Barometer.* Bd. I. S. 935.
[4] Poggendorff Ann. XIII. 305.
[5] Meteorologie. Th. II. S. 364.

Digitized by Google

chen steigt. Für Deutschland und einen grofsen Theil westlichen Europa's ist dieses Gesetz gewifs herrschend, auch hier in Heidelberg und über der angrenzenden Rheinebene, wo örtliche specielle Einflüsse den regelmäfsigen der Witterung nicht stören, habe ich dasselbe durch jährige Erfahrung bestätigt gefunden. Erst nachdem der Barometerstand einige Zeit gedauert hat, tritt heiteres ein, welches so viel länger dauert, je gröfser die Baro höhe war, je langsamer sie erreicht wurde und je lang anhielt. Die Heiterkeit des Himmels und die Wärme zu mit sinkendem Barometer und östlichen, nach Süden gehenden Winden, bis man bei ganz wolkenfreier Atmo aus der erreichten Tiefe des Barometerstandes mit Ge bevorstehenden Regen voraussagen kann. Meistens steig das Barometer erst, der Wind erhält eine südwestliche, eine westliche Richtung, es erfolgt Regen in der Re südwestlicher Richtung des Windes und er dauert Abnahme der Temperatur und steigendem Barometer, der Wind zwischen Nordwest und Südwest schwankt, bis er eine nördliche Richtung annimmt und diese ein beibehält. Häufiger und schneller Wechsel der Winde gen und des Barometerstandes deuten auch hier, wie überall, auf regnerische Witterung und beurkunden den innigen Zusammenhang zwischen dem Barometer der Temperatur und den beide bedingenden Luftstr Auf gleiche Weise läfst ein plötzliches tiefes Sinken rometers auf heftige Stürme schliefsen, wie bereits worden ist. Dafs dieses auch auf niedere Breiten sich hat v. Humboldt[2] theils aus eigenen Beobachtungen vanna, theils aus denen erwiesen, die Orta zu Ver (19° 11′ N. B.) angestellt hat, wo bei anhaltenden den das Barometer von 333 auf 341 Lin. steigt. Angabe, dafs auf der Bartholomäus-Insel im J. 1792 rometer während eines Sturmes um 18,6 Lin. gefal scheint v. Humboldt in Zweifel zu ziehn, indefs be auch Brunel[3] 1786 auf Isle de France, dafs das Bar

1 S. Art. *Barometer*. Bd. I. S. 920 und 937.
2 Voyages T. X. p. 446. Vergl. Kämtz a. a. O. S. 369.
3 Ephem. Soc. Met. Pal. T. I. p. 399. bei Kämtz a. a. O.

Ephe

chen 7h Morgens am 14. Dec. und um 2h 30′ am 15ten 334‴,5 bis 321‴,3 herabging, nach 2,5 Stunden aber n ersten Stand wieder erreichte. Auch BEAUFOY[1] berich- in solches Sinken des Barometers am 21. Sept. 1792 auf homas, indem es von 337,34 bis 324,18 Lin. herabging. übrigens v. HUMBOLDT in Beziehung auf niedere Breiten rt, dafs nämlich dort das Barometer bei heftigen und an- nden Stürmen seinen Stand nicht ändere, findet nach den ts (§. 60.) erwähnten Beobachtungen von PARRY unter ren Breiten gleichfalls ausnahmsweise statt. Die gewöhn- n bedeutenden Oscillationen erstrecken sich oft über eine ausgedehnte Länderstrecke[2], nur ist zu bedauern, dafs ganze Umfang ihrer Ausdehnung nicht vollständig ausge- lt werden kann und es schon einen grofsen Aufwand Mühe und Zeit erfordert, gleichzeitige Messungen aus ent- n Gegenden zusammenzufinden. Vorzüglich hat sich BRAN- um die Ausmittelung hierher gehöriger Thatsachen ver- gemacht, indem er einen zusammenhängenden Wechsel arometrischen Oscillationen zwischen Mafra bei Lissabon, eö und Petersburg nachwies, dessen weitere Erstreckung Nordamerica und Syrien aus gleichzeitigen Beobachtun- hervorging. Aus einer andern Zusammenstellung von Be- htungen in Frankreich, Italien, Deutschland, Scandina- Island und dem europäischen Rufsland zeigte ebender- das Stattfinden eines gleichzeitigen Sinkens des Baro- s am 24. Dec. 1821, welches in Island geringer war, Frankreich, und überhaupt nach Osten hin abnahm, so sich im Ganzen auf starke Stürme im atlantischen Oceane fsen liefs, welche Vermuthung aufserdem durch Beob- ngen des Golphstromes von SABINE bestätigt wurde. z[5] zeigt mit überwiegenden Gründen, dafs bei solchen

---

Ann. of Phil. T. XV. p. 332. Das plötzliche Sinken des Ba- rs bei dem Typhon, welchen v. KRUSENSTERN an der Küste pan erlebte, wo das Quecksilber bis unter die Scale fiel, ist t.

Vergl. *Barometer*. S. 939.

Beiträge zur Witterungskunde. Leipz. 1820. 8. S. 26 ff.

De repentinis variationibus in pressione atmosphaerae observ. 1826. 4.

Meteorologie. Th. II. S. 375.

Digitized by Google

Meteoren an kein Verschwinden einer bedeutenden Masse
Luft, etwa in Folge einer Absorption derselben durch
Erde nach einer unhaltbaren Hypothese von Meinecke[1],
an einen Zusammenhang derselben mit Erdbeben, wie
mit dem in Calabrien nach van Swinden, zu denken se
die letzteren, ihrer furchtbaren Gewalt ungeachtet, s
grofse Wirkungen hervorzubringen nicht vermögen, so
dafs hauptsächlich durch das Aufsteigen der erwärmten
die in gröfseren Höhen abfliefst, eine Art Oscillation ent
wodurch das Barometer über einer gröfsern oder gerin
Länderstrecke sinkt, über einer andern dagegen steigt;
ergiebt sich aus den meisten Untersuchungen, dafs in der
gel beide entgegengesetzte Phänomene gleichzeitig statt fi
obgleich es nicht allezeit möglich ist, durch Beobachtu
aus hinlänglich entfernten Gegenden diese Thatsache bes
nachzuweisen. Nach Dove[2] wird ein solches weitverbre
Sinken des Barometers durch eine anhaltende südliche L
strömung bewirkt, wobei der Wind allmälig von Süd
West und Nord nach Ost sich drehend herumläuft und
die Ankunft solcher warmer und feuchter Luftmassen durch
Temperatur und Hydrometeore kund macht. Bei den von Bra
untersuchten Fällen am 24. Dec. 1821 u. 3. Febr. 1823 unterst
viele Thatsachen diese Hypothese, namentlich die hohe Te
tur, welche in der Schweiz, in Frankreich und dem nördl
Deutschland gleichzeitig mit dem Sinken des Barometers
obachtet wurde, statt dafs in America in Folge eindrin
nördlicher Luftströmungen starke Kälte herrschte. Auch
bedeutenden Niederschläge, welche in Folge einer Abkühl
dieser feuchten, aus südlichen Gegenden herbeifliefsenden L
massen entstehn und gleichzeitig eine mitwirkende beträc
che Verminderung des Luftvolumens nach sich ziehn mö
findet man in den vorhandenen Nachrichten angegeben
überhaupt zeigen beide Fälle augenscheinlich den angen
nen Durchgang des Windes durch das Minimum der W
rose von Süd durch West bis Nord und Ost, wie auf gl
Weise die aufserordentlich weite Verbreitung dieser gr
Oscillation im ganzen Luftocean. Ganz analoge Erscheinun

1 Schweigg. Journ. T. XXXVIII. p. 194.
2 Poggendorff Ann. XIII. 596.

Digitized by Google

die erwähnten, zeigten sich in den Stürmen und den ganz gewöhnlichen Regengüssen, welche im October bis in den ember des Jahres 1824 die in einer Richtung von Süd Nord fortschreitenden Ueberschwemmungen erzeugten, n Küsten der Niederlande und den dänischen Inseln unlichen Schaden anrichteten und das Wasser der Ostsee Mündung der Newa trieben. Auch von diesen zeigt [1], dafs die hierbei thätigen Luftströmungen in unglaubEntfernung wahrnehmbar waren und nach der Gleichheit der Phänomene zu schliefsen mit den heftigen westStürmen zusammenhingen, welche Kotzebue's Reise Californien nach den Sandwich-Inseln beunruhigten. Im theil war gegen Ende des Januars 1820 ein in England nächlich und auch auf dem Continente wahrgenommenes öhnliches Steigen des Barometers von gleich seltener begleitet [2].

3) *Hygrometer.* Dieses meteorologische Werkzeug war bei der Bearbeitung des ihm gewidmeten Artikels [3] zu solchen Grade der Vollkommenheit gebracht, dafs sich keine Verbesserungen erwarten lassen, indem namentdas *Psychrometer*, mit der erforderlichen Sorgfalt angeles dasjenige leistet, was man rücksichtlich des aufenden Feuchtigkeitsgrades der Atmosphäre verlangt. Die folgenden Zusätze können daher blofs dazu dienen, die sicht dessen, was überhaupt in Beziehung auf diesen igen physikalischen Apparat geschehn ist, zu vervollfügen.

79) Vorschläge zur Anwendung hygrometrischer Substanaus dem Thierreiche sind mir neuerdings nicht bekannt rden, dagegen hat man deren mehrere aus dem Pflanzenreich empfohlen. In dieser Hinsicht ist zu bemerken, dafs in Salzwasser getränkte Hanfschnur vor Smeaton schon er durch Onufrius Conversinius [4] in Vorschlag gebracht den ist. Statt des durch Dalencé empfohlenen Papierstreiempfiehlt Blackadder [5] das Strohpapier (*papier végétal*),

1 Meteorologie. Th. II. S. 383.
2 Edinburgh Phil. Journ. N. IV. p. 335.
3 Bd. V. S. 502.
4 Atti dell' Accad. Pistojese. T. I. p. 240.
5 Dublin Philos. Journ. N. I. p. 150.

Digitized by Google

dessen hygrometrische Kraft er drei Jahre lang unver
gefunden haben will. Aus ebendieser Substanz hat Br
einen sehr künstlichen Apparat, bei welchem ein spiral
ger, auf eine dünne metallene Lamelle geklebter Streife
Messen der Feuchtigkeit dienen soll, in Vorschlag ge
Das durch FRANKLIN empfohlene Mahagoniholz wurde
GOUGH[2] gleichfalls als eine zu hygrometrischen Mess
vorzüglich geeignete Substanz gepriesen, und überhaupt
man das Holz wohl stets als hierzu brauchbar betrachten
sonders da es so wohlfeil und leicht zu bearbeiten ist. Se
empfiehlt, und gewifs nicht ohne vorhergegangene Prüfun
Samenkapseln von *pelargonium triste*. Die Beschreibu
nes Hygrometers von LANDI[5], aus welcher kaum zu en
men ist, wie das Instrument eigentlich beschaffen sey
führe ich nur beiläufig an, auch möge hier noch im Vo
gehn erwähnt werden, dafs schon vor DE LA RIVE[6] der
schlag, die Schwefelsäure als hygroskopische Substanz z
nutzen, und zwar ganz auf die angegebene Weise, durch
MONS[7] geäufsert worden ist. Inzwischen ist man von der
nung, dafs alle diese Substanzen allmälig ihre hygrosko
Eigenschaft verlieren und daher überall zu feinen Ver
nicht taugen, weil sich der bereits eingetretene Grad der
empfindlichkeit nicht wohl ermitteln läfst, nicht zurückge
men, vielmehr ist dieselbe weit allgemeiner verbreitet,
selten werden daher die Künstler noch solche Apparate a
verfertigen, als wenn es für einige Zeit auf eine leichte
schnelle Ausmittelung des wechselnden Feuchtigkeitszust
der Atmosphäre abgesehn ist. Unterdefs ist eine sehr gl
liche Abhandlung über diesen Gegenstand erschienen, die
mit Stillschweigen übergangen werden darf. SUERMAN
nämlich in einer gekrönten Preisschrift[8] die Principien, w

1 Aus Recueil indust. in Dingler's polyt. Journ. Th. XXX
252. Quarterley Journ. of Science, Lit. and Arts. New Ser. N.
p. 195.

2 Tilloch Philos. Mag. T. XXXIII. p. 177.

3 Vergl. Dingler a. a. O. Th. XLI. S. 104.

4 Kastner Archiv. Th. I. S. 315.

5 Bibliotheca Italiana 1831. Oct. p. 139.

6 Ann. Chim. et Phys. T. XXX. p. 89.

7 Configliachi e Brugnatelli Giorn. di Fisica. T. II. p. 79.

8 Commentatio de definienda quantitate vaporis aquei in a

8 Comm

onstruction der verschiedenen Hygrometer beruht, theo- geprüft und ist dadurch gleichfalls zu der Ueberzeu- gelangt, dafs die Veränderlichkeit der zu ihnen ver- en hygroskopischen Substanzen ihrer Anwendung zu n Messungen ein unübersteigliches Hinderniſs entgegen- allein wegen des grofsen Ansehns, wozu die Hygrome- n DE SAUSSURE und von DE LUC gelangt sind, und bei equemlichkeit und Kürze, womit die Beobachtungen an- t werden, haben verschiedene Gelehrte sich bemüht, lich aus den Graden des Haarhygrometers die Dichtig- es Wasserdampfes der Atmosphäre zu entnehmen. Was USSURE[1] selbst in dieser Beziehung geleistet hat, ist un- end, die Versuche von DULONG kennen wir blofs in ih- rch BIOT[2] mitgetheilten Resultaten. Von gröfserem Un- sind diejenigen, welche GAY-LUSSAC[3] und PRINSEP[4] llt haben, indem sie luftleere Gefäfse mit Dampf von ener Dichtigkeit anfüllten und die Grade des Haarhy- ers ablasen, welche dasselbe dann zeigte. KÄMTZ[5] hat hellen mitgetheilt, die zur Reduction der Grade des Haar- eters auf den wirklichen Dampfgehalt der Atmosphäre berechnet worden sind, allein da auch dieser in der ie und Praxis gleichmäfsig wohl bewanderte Meteoro- ich gegen den Gebrauch solcher Hygrometer erklärt, so es mir nicht der Mühe werth, ihnen den erforderli- laum zu opfern, zumal da eine abermalige Berechnung n GAY-LUSSAC erhaltenen Werthe durch SUERMAN grofse Fehlergrenze zeigt, dafs man bei der Gewandt- es Experimentators auf die Unmöglichkeit, durch diese ungsart zum gewünschten Ziele zu gelangen, schliefsen MELLONI[6] wählte wohl das sinnreichste Verfahren.

---

vel aëre quocumque. L. B. 1831. 4. Eine sehr vollständige phie der Hygrometer ist: Enumeratio ac descriptio Hygro- n, quae inde a Saussurii temporibus proposita sunt. Auct. A. m. Gott. 1830. 4.

lygrometrie. S. 197.

Traité de Phys. T. II. p. 208.

Biot a. a. O. p. 199.

Zeitschrift für Physik und Mathematik. Th. II. S. 29.

Meteorologie. Th. I. S. 327.

Ann. Ch. Phys. T. XLIII. p. 39.

Digitized by Google

Er schlofs das Hygrometer in eine Glasröhre ein, welch verschlossen war, unten aber auf einer Luftpumpe und dann auf eine manometrische Vorrichtung geschra den konnte, die aus Glasröhren zusammengesetzt sie telst eines Getriebes mehr oder weniger tief in Que eintauchen liefs. Nach dem Exantliren der das Hyg einschliefsenden Röhre wurde durch ein Haarröhrchen gemessene kleine Menge Wasser in dieselbe gebracht, sogleich in Dampf verwandelte und den ganzen Raum Rückstand von tropfbar flüssigem Wasser ausfüllte. N Eröffnen der Communication mit dem Manometer brei der eingeschlossene Wasserdampf auch in diesem au Quecksilber in demselben sank tiefer herab, durch Ein des Manometers in Quecksilber liefs sich dann der Raum chen der Wasserdampf einnahm, und somit auch dessen tigkeit nach Willkür vergröfsern oder verringern, die cität und Dichtigkeit des Dampfes wurde durch die H Quecksilbersäule in der Manometerröhre angegeben solche Weise wurde sowohl diese Gröfse, als auch zugehörige Grad am Haarhygrometer gleichzeitig dur nämlichen Apparat bestimmt. Drei Reihen solcher V wurden angestellt, um aus dem Mittel derselben m nauere Resultate zu erhalten. Dafs dieses Verfahren si ersonnen sey, wird niemand in Abrede stellen, allein sowohl, als auch fremde Versuche haben mich überzeu es sehr schwer sey, aus dem Sinken der Quecksilbersä möge des über ihr befindlichen Wasserdampfes die El und Dichtigkeit des letztern genau zu ermitteln, und dem hatte schon DE SAUSSURE mit der Eigenthümlich angewandten Haare zu kämpfen, so dafs man bei jed gebenen Hygrometer dieser Art sich auf den richtige desselben doch nicht verlassen darf.

80) Je weniger man also hoffen darf, durch di rate dieser Art zu genauen hygrometrischen Bestimmu gelangen, um so mehr hat man sich bemüht, die meter, welche auf das Princip des Niederschlags Verdunstung gegründet sind, zu vervollkommnen ren Gebrauch zu erleichtern. Unter die frühesten Ver den Dampfgehalt der Atmosphäre nach der Temperatur stimmen, bei welcher sich der erste Niederschlag au

Digitized by Google

n Körpern zeigt, gehört auch der von SOLDNER[1], wel- jedoch damals unbeachtet blieb. Sobald dagegen DA- die Aufmerksamkeit der Physiker auf seinen Apparat hatte, wurde dieser auf mehrfache Weise abgeändert, eits angegeben worden ist. In der Hauptsache wird ent- das zur Bestimmung des Thaupunctes dienende Ther- er nach der ursprünglichen Einrichtung durch die ab- le Flüssigkeit umgeben, auf deren Hülle sich dann der niederschlägt, oder die Aufsenfläche des Thermometers bgekühlt und nimmt auch unmittelbar den Niederschlag Gegen die letztere Einrichtung machte DANIELL den Ein- dafs der in der Umgebung erzeugte Aetherdampf einen den Einfluſs äufsere, FOGGO[2] aber drehte diesen Vor- um und behauptete, dafs bei der andern Constructions- Leitungsfähigkeit des die Thermometerkugel bis zur einschliefsenden Aethers bedingend einwirke. Bei den Instrumenten, namentlich den vom jüngern GREINER zu verfertigten, schneidet jedoch die verdunstende Ober- sowohl die kleine Thermometerkugel, als auch den ver- Ring, auf welchem sich der niedergeschlagene Thau zeigt, und so ist mindestens die wohlbegründete Ver- vorhanden, dafs in dieser gemeinschaftlichen Ebene gleiche Temperatur herrsche. Von gröfserer Bedeutung sind diejenigen Fehler, welche JOHN ADIE[3] aus ei- Erfahrung entnommen haben will. Hiernach soll näm- tiefer liegender Thaupunct durch diejenigen Instru- angezeigt werden, die mit schlechterem Aether gefüllt ein höherer aber, wenn der enthaltene Aether besser doch sollen die letzteren eine gröfsere Menge Aether Gebrauche erfordern. Ferner will er gefunden haben, sofort das eingeschlossene Thermometer um mehrere Gra- und eine Bethauung der Kugel erfolgt, wenn man Apparat in der Nähe des Thaupunctes etwas schüttelt, auch also selbst eine leicht mögliche geringe Bewegung des mentes Fehler herbeiführen würde. Als das beste Prü- mittel für diese Art von Hygrometern durch genaue Auf-

1 G. XXXII. 219.
2 Edinburgh Journ. of Science. N. XIII. p. 37.
3 Ebend. New Ser. N. I. p. 62.

findung des eigentlichen Thaupunctes betrachtet Adie
fache Verfahren von Saussure, wonach man ein G
Wasser füllt, welches gerade so weit erkaltet ist, d
ein feiner Thau auf seiner Oberfläche anlegt. Nach de
schlage von Connell erreicht man dieses bei grofs
merhitze leicht durch Wasser aus einem tiefen Brunn
niedrigerer Temperatur aber durch Auflösung von Sal
lein nach diesem Principe kann man nicht füglich
jederzeit zu Gebote stehende Apparate verfertigen. Al
mäfsigstes und durch Vergleichung mit diesem Prüfu
sich am bewährtesten zeigendes Hygrometer empfeh
Fig. 265. ein feines Thermometer mit einer Scale, welche nur
— 10° und + 110° F. in Grade und, wo möglich, Th
selben getheilt worden ist, dessen kleine Kugel sich in
einer hohlen gröfseren, von schwarzem Glase befind
Zwischenraum zwischen beiden Kugeln soll mit ei
leicht gefrierenden Flüssigkeit, etwa Alkohol oder Sa
gefüllt, die äufsere Kugel aber mit Seidenzeuge so
seyn, dafs nur ein kleiner Theil von etwa 0,25 Zo
frei bleibt, worauf sich der Thau niederschlägt, w
die Oberfläche durch aufgetröpfelten Schwefeläther
erkaltet. Adie's Künstlertalent und Beobachtungsg
vortheilhaft bekannt, allein dieser Apparat verspric
der erforderlichen Fortpflanzung der Wärme durch
schliefsende Flüssigkeit keine genauen Resultate. Zw
ger dürfte es seiner eigenen Ansicht gemäfs seyn, e
chen Apparat nach dem einfachen Principe von Le
Saussure anzuwenden, als Vernon Harcourt[1] und
nell[2] in Vorschlag gebracht haben. Dieser besteht
Fig. 266. Phiole von dünnem Messingblech, etwa 1,5 Zoll in
messer haltend, mit polirter Aufsenfläche, die noch
mäfsiger vergoldet seyn würde[3]. In diese wird
Thermometer, welches nur von — 10 bis höchstens
C. graduirt seyn müfste, mit seiner Kugel eingesenkt
mittelst eines Korkes so festgesteckt, dafs diese sich

1 London and Edinb. Phil. Mag. N. XLI. p. 409.

2 Edinb. New Phil. Journ. N. XXXVII. p. 176.

3 Vergoldetes Kupferblech verdiente gewifs in jeder Hi
Vorzug.

Digitized by Google

ler Phiole frei herabhängend befindet. Beim Gebrauche
n kleinen gläsernen Mafsen 0,5 Unze Wasser und 40
einer in Bereitschaft gehaltenen Mischung von pulve-
i Glaubersalz und Salmiak abgemessen, in die Phiole
t und dann das Thermometer hineingesenkt, dessen
in dem Augenblicke, wenn sich der erste Niederschlag
polirten Oberfläche zeigt, den Thaupunct angeben.
einiges sanftes Rütteln der Flasche wird die Mischung
häfsiger, das Wasser wählt man von der Temperatur
nosphärischen Luft, aufser wenn der Feuchtigkeitszu-
der Atmosphäre sehr grofs ist, in welchem Falle man
hut, dasselbe vorher etwas zu erwärmen, damit der
nct nicht zu schnell eintrete; bei grofser Trockenheit
n kann man 1,5 oder auch 2 Mafstheile der Salzmen-
ehmen und bei Temperaturen unter 0° C. allenfalls auch
. Der Apparat ist gewifs ebenso einfach als zweck-
; verbessern liefse sich derselbe allenfalls, wenn man
ls der Phiole mit Kork oder einer sonstigen schlecht
leitenden Substanz umgäbe, um durch die Berührung
m Fingern beim Schütteln keine Wärme mitzutheilen,
könnte man zur Seite neben dem Halse noch eine Tülle
gen, um durch diese mit einem Papiertrichter das Salz
vorher mit Wasser gefüllte und mit dem Thermometer
ene Phiole zu bringen.

le Schwierigkeiten beim Gebrauche des Daniell'schen
neters und die allezeit noch bleibende Unsicherheit der
de sind wohl ohne Ausnahme von allen Physikern gefun-
rden, die sich desselben bedienten. Dasselbe ist kostbar,
rt einen bedeutenden Aufwand von Aether, den man
seiner Flüchtigkeit auf Reisen bei grofser Wärme nur
ihe verwahren kann, und zuweilen vermag man, wie
[1] gefunden hat, bei sehr trockner Witterung gar keine
ung der Hygrometerkugel hervorzubringen. Auch Co-
KES[2] klagt über den starken Verbrauch von Aether
it der Dürre in Ostindien, und dennoch konnte er oft
haupunct mit dem besten Aether nicht erhalten, der zu-
bei 27° F. liegt, während die Temperatur den Siede-

---

[1] Meteorologie. Th. I. S. 314.
[2] Phil. Trans. 1835. p. 164.

punct des Aethers erreicht. Aufserdem mufs man sehr merksam seyn, um den ersten Moment des entstehenden derschlages nicht zu übersehn und gleichzeitig mit d Wahrnehmung auch das fortwährend sinkende Therm abzulesen, und wenn dann die Art des zur Verfertigun Instrumentes verwandten Aethers von Einfluſs auf die R tate seyn sollte, wie Adie behauptet, so würde dieses Brauchbarkeit noch mehr herabsetzen. Aus allen diesen den wird das Hygrometer durch Verdunstung oder das August so genannte *Psychrometer* allmälig alle anderen grometrischen Meſswerkzeuge verdrängen[1].

81) Der älteste Vorschlag, durch Verdunstung von ser und vermittelst der in Folge hiervon herabgehenden peratur den Dampfgehalt der Atmosphäre zu messen, ist viel ich weifs, von Hutton[2], welcher angab, man soll Thermometer mit Wasser von der Temperatur der atmo rischen Luft benetzen, so werde dasselbe sinken und bis zum Thaupuncte herabgehn. Die Construction der diesem Principe verfertigten Apparate, namentlich wie gust diese angegeben hat, ist aufserdem so einfach, daſs nicht wohl auf Verbesserungen bedacht seyn kann, und man auch bisher dabei stehn geblieben, entweder zwei Thermometer neben einander bequem aufzuhängen und Kugel des einen mit Wasser zu benetzen, oder sich nur einzigen Thermometers zu bedienen, dessen Grade zum Zustande der Trockenheit, dann nach der Benetzung ab sen werden. Weit wichtiger ist dagegen eine andere die beim Gebrauche desselben in Betrachtung kommt. Erfinder des Psychrometers selbst und alle Gelehrte nach hegten die Vorstellung, daſs das Psychrometer den eigentl *Thaupunct*, wie er durch das Daniell'sche Hygrometer (*Thermohygrometer* nach Suerman) gefunden wird, nicht gebe und daher einer Reduction bedürfe. Dieses ist wi bestreitbar richtig; denn das letztere Instrument giebt den gen Punct an, wo ein wirklicher Niederschlag, eine Bethau entsteht, das erstere dagegen geht bis zu derjenigen Tem ratur herab, bei welcher die äufsere Luft mit Wasserd

1 Vergl. Kämtz Meteorologie. Th. I. S. 329.
2 Transactions of the Royal Soc. of Edinburgh. T. V. p. 67.

ättigt ist, dafs sie keinen mehr aufzunehmen vermag, hr ein Niederschlag entstehn würde, wenn die Erkälloch zunähme. Wird dieses zugestanden, so entsteht ge, ob es nicht rathsamer sey, diesen Punct der Sättier Luft mit Wasserdampf, wie ihn das Psychrometer lbar angiebt, als Norm anzunehmen und sich jeder Re- zu überheben, um so mehr, da der entstehende Nieag eine gewisse Dichtigkeit haben mufs und hierzu vom e seines Entstehns an bis zu seiner vollständigen Bilne gewisse Verminderung der Temperatur erfordert wird, so gröfser seyn mufs, je geringer die der Temperatur ige Dichtigkeit des in der Atmosphäre vorhandenen s ist. SUERMAN[1] allein hat die Frage, um welche es gentlich handelt, bestimmt ausgesprochen, indem er den unct (*punctum rorans*) vom Puncte der gröfsten Dich- (*punctum psychrometricum*) unterscheidet, es beruht auf einem Mifsverständnisse, wenn er glaubt, ich selbst[2] eide für identisch gehalten. Dieses ist keineswegs der allein ich bin noch immer der nämlichen Ansicht, dafs ser und geeigneter seyn würde, bei hygrometrischen ngen und Bestimmungen den psychrometrischen Punct den Punct der gröfsten Dichtigkeit, wie ihn das benetzte ometer unter den gehörigen Bedingungen unmittelbar als die gesuchte Normalbezeichnung anzunehmen, nicht en minder scharf bestimmbaren Thaupunct. SUERMAN, r die ganze Aufgabe so vollständig bearbeitet und so ch durchdacht hat, dafs sein Urtheil nothwendig von t seyn mufs, gesteht selbst zu, dafs der Thaupunct em Punct der gröfsten Dichtigkeit liege, da aber der hied nur unmerklich sey, so könne ersterer füglich für zteren gesetzt werden[3]. Wenn aber das befeuchtete ometer wirklich bis auf diejenige Temperatur herabgeht, der gröfsten Dichtigkeit des in der Atmosphäre enn Wasserdampfes zugehört und wobei dieser also $\frac{1}{2}$ der

---

A. o. a. O. S. 65 u. 67.

S. Art. *Hygrometer.* Bd. V. S. 657.

Revera quidem maximum illud hoc momento jam praeterlapsum ium vero temperaturae differentia quam minima condensationi idae sufficiat, ipsum punctum rorans pro temperatura maximi poterit.

Digitized by Google

Luft bei gleicher Temperatur und Elasticität ausmachen wi so haben wir hierdurch unmittelbar diejenige Bestimmung, ren wir für die hierher gehörigen Aufgaben bedürfen, und drein ist diese Bestimmung genau und scharf, statt daf einer Ueberschreitung derselben die Gröfse der Ueberschre stets unbestimmt bleiben mufs, sofern die Dichtigkeit des standenen Niederschlags und die letzterem zugehörige Tempe nach der Schnelligkeit seines Entstehens, der Feinheit und B des Instruments, der Gesichtsschärfe des Beobachters und Zeitdauer, welche nach der Wahrnehmung des feuchten U zuges bis zum Ablesen des Thermometers erfordert wird, n wendig verschieden seyn mufs. Die letztere Folgerung ist unbestreitbar, und es handelt sich daher blofs um die Richti der Voraussetzung, ob das benetzte Thermometer wirklich zum Sättigungspuncte der Atmosphäre herabgehe, wie ich aussetze. Sollte dieses noch zweifelhaft seyn, so wäre es lerdings der Mühe werth, hierüber durch eine Reihe ge Versuche bestimmte Auskunft zu erhalten.

82) Inzwischen nimmt man allgemein an, dafs die fundenen psychrometrischen Angaben auf die des Hygr ters reducirt werden müssen oder dafs aus dem Unterschi des trocknen und des befeuchteten Thermometers, mit R sich auf den jedesmaligen Barometerstand, der Thaupunct, Punct eines wirklich entstehenden Niederschlages von b stimmter, aber als verschwindend klein angenommener D tigkeit zu suchen sey. Die allgemeinen Principien, worauf d Reduction beruht, und die Methode, die man dabei anwe sind bereits angegeben worden[1]. Unterdefs haben noch

---

1 S. *Hygrometer*. Bd. V. S. 638. In den Rechnungen S. sind zwei Fehler zu verbessern. In der Formel für e mufs der F von $(t - t')$ statt $\gamma\delta$ vielmehr $\frac{\gamma}{\delta\lambda}$ heifsen. Die Formel wird

$$e = \frac{1 + \frac{\gamma}{\delta\lambda}(t-t')}{1 + \frac{\varkappa}{\lambda}(t-t')}\, e - \frac{\frac{\gamma}{\delta\lambda}(t-t')}{1+\frac{\varkappa}{\lambda}(t-t')}\, b.$$

Ferner ist $\varkappa$ nicht $= 2{,}8470$, sondern $= 0{,}8470$. Dieser Fehler fin sich in der ersten Abhandlung von August in G. LXXXI. 80. und seiner späteren: Ueber die Anwendung des Psychrometers zur H grometrie. Berl. 1828. 4. S. 7.

e Gelehrte dieses nämliche Problem bearbeitet und die
finden es angemessen, zur gröfseren Bequemlichkeit
zu berechnen, mit deren Hülfe man die Reduction
d ohne schwierige Rechnung leicht bewerkstelligen
Die Abweichungen dieser vielen Behandlungen des
n Problems beruhn auf der Verschiedenheit der Dar-
oder auf geringen Unterschieden der dabei zum Grun-
en Bestimmungen der Dichtigkeit und Elasticität des
mpfes bei verschiedenen Temperaturen; man gelangt
ets zu den nämlichen, nur wenig von einander ab-
en Resultaten, und es scheint mir daher unnöthig zu
insgesammt ausführlich hier aufzunehmen, weswe-
nich begnüge, die wesentlichsten, mir bekannt ge-
namhaft zu machen. HUDSON[1] und MEIKLE[2] ha-
retische Untersuchungen über das Wesen des dabei
len Processes und die Mittel zur Bestimmung der er-
en numerischen Werthe angestellt; ein anderer Un-
[3] hat aufserdem Tabellen berechnet und deren An-
eit durch angestellte Beobachtungen geprüft; da sie
r Fahrenheit'sche Grade eingerichtet sind, so ent-
n schon hierdurch die erforderliche Bequemlichkeit
fügen, die sich an den Gebrauch anderer Thermome-
hnt haben. Ebendieses ist der Fall bei der durch
JOHN[4] aufgestellten Formel, welche übrigens nach
gleichung mit einer Reihe früher bekannt geworde-
der Beobachtungen sehr genaue Resultate giebt. Au-
st legte gleich anfangs den durch J. G. GREINER jun.
verfertigten Psychrometern eine kleine Schrift mit
ictionstabelle als Anweisung zum Gebrauche des In-
bei[5], später beschrieb er in einer eigenen Abhand-
Instrument, erläuterte darin die Theorie der dafür
ien Reduction und fügte Tabellen zur Erleichterung
hinzu. Es darf in Beziehung auf die Beurtheilung

lon and Edinb. Phil. Mag. N. XL. p. 256.
burgh New Phil. Journ. N. XXXIII. p. 98. XXXVI. p. 319.
daselbst No. XXX. p. 278. und XXXIV. p. 330.
lon and Edinburgh Phil. Mag. N. XXXIII. p. 182. N. XL.
XLII. p. 470.
r das Psychrometer u. s. w. Berl. 1825. 8.
r die Anwendung des Psychrometers zur Hygrometrie.

Digitized by Google

des Sachverhaltens nicht übersehn werden, dafs Arago wohl, als die Gelehrten, welche nach ihm dieses P behandelt haben, annehmen, die befeuchtete Kugel des mometers werde von einer Luftschicht umgeben, wor sowohl der bereits vorhandene Wasserdampf der Atm als auch der von der benetzten Kugel neu gebildete D Inzwischen kann man sich durch leicht anzustellende che bald überzeugen, dafs dieses nur dann der Fall ist, sich das Psychrometer in völlig ruhiger Luft, z. B. in Zimmer befindet, wo dann die Temperatur des benetzten mometers nicht tief genug herabgeht. Wird der Appa aber bewegt, herrscht Zugluft oder ist die benetzte dem Winde, welcher als schwache Luftströmung wo mals und im Freien nirgends fehlt, ausgesetzt, dann w stets neu gebildete Dampf augenblicklich fortgeführt entsteht neuer, zu dessen Bildung die Thermometerku Wärme hergiebt, weswegen das in ihr enthaltene Quecks lange sinkt, bis die Luft keinen Wasserdampf mehr auf kann, weil sie, bis zur Temperatur des befeuchteten mometers erkaltet, den Sättigungspunct erreichen würde auf stützt sich die oben bereits erwähnte Ansicht, d befeuchtete Thermometer den Sättigungspunct der Atm mit Wasserdampf unmittelbar angebe. Es läfst sich hi das allerdings gewichtige Argument anführen, dafs die st herzuströmende Luft dem benetzten Thermometer Wär führe und es über die Temperatur des Sättigungspunct hebe, was auch bei der Entwickelung der Correctione berücksichtigt wird; allein bei der grofsen latenten Wär Wasserdampfes läfst sich annehmen, dafs der im Ver hierzu geringe Antheil, welchen die herbeiströmende L geben kann, zur stets fortdauernden Bildung von neuem pfe sofort absorbirt werde, ohne die Thermometerkugel men zu können. Wie aber künftige Versuche über die schiedenen Ansichten entscheiden mögen, so bedarf man den jetzt herrschenden Ansichten, beim Gebrauche des chrometers allezeit einer Reduction, um die erhaltenen sultate auf diejenigen zurückzuführen, welche das Daniell Hygrometer gleichzeitig gegeben haben würde. Auch K

1 Meteorologie. Th. I. S. 320.

diesen Zweck eine Tabelle mitgetheilt, in welcher au- Temperaturen auch die verschiedenen Barometerstände i sind und wodurch dann die Temperatur des eigent- Thaupunctes gefunden wird, für welche die derselben ge Dichtigkeit des atmosphärischen Wasserdampfes aus iheren Tabelle entnommen wird. Eine durch Eck- berechnete, sehr compendiöse Tabelle, welche Loos ihm verfertigten Psychrometern beizulegen pflegt, ent- die Grade des trocknen Thermometers und den Un- beider Thermometer die entsprechende Wassermenge ntheilen des Raumes.

Für unseren Zweck und mit Rücksicht auf die mit- theoretische Untersuchung scheint mir die durch Au- rechnete Tabelle am geeignetsten zu seyn, die ich da- s abgekürzt, für den Gebrauch aber genügend mit- Sie ist für den Barometerstand in par. Linien und für er Temperatur nach Reaumur berechnet[1] und die- wird die mitgetheilte Formel in folgende verwandelt:

$$\frac{1+0{,}0009729\,(t-t')}{1+0{,}001925\,(t-t')}\,e' - \frac{0{,}0009729\,(t-t')}{1+0{,}001925\,(t-t')}\,b$$

gekürzt

$$e = e' - 0{,}0009729\,(t-t')\,b.$$

el beim Gebrauche der Tafeln, deren erste die Ex- n des Wasserdampfes für par. Linien und Grade der eiligen Thermometerscale, die zweite aber die Expan- terschiede zwischen der Verdunstungskälte und dem te enthält, ist dann folgende. Man suche in der Ta- xpansionen diejenige Expansion, welche der Tempe- befeuchteten Thermometers zugehört, subtrahire da- ms der Tafel der Expansionsunterschiede entnomme- Temperaturunterschiede zugehörige Gröfse, multipli- den Unterschied des zugleich beobachteten Barome- und des von 336 par. Lin. mit der Temperaturdif- widire dieses Product durch 1000 und addire[2] den zu der gefundenen Differenz, so giebt das gefun-

[1] ses stimmt gut damit zusammen, dafs auch die vorzüglichen er von Greiner jun. achtzigtheilige Thermometerscalen haben. der beobachtete Barometerstand gröfser als 336 par. Lin., durch Subtraction erhaltene Gröfse negativ und der Quo- also subtrahirt werden.

dene Resultat die Expansion des Wasserdampfes der Atmo
im Thaupuncte des Daniell'schen Hygrometers. Hierfü
sich dann in der bereits mitgetheilten Tabelle der Dichtigk
leicht die zugehörige Dichtigkeit des Wasserdampfes
Zwei Beispiele zur Erläuterung des erforderlichen Ver
entlehne ich gleichfalls aus der angegebenen Schrift v
GUST.

I. Beisp. Das trockne Thermometer zeigte im S
23°,0 R.; das befeuchtete 15°,4; das auf 0° reducirte Ba
332,29 Lin.;

die erste Tafel giebt für 15°,4 7,72
die 2te Tafel giebt für 23°,0 — 15°,4 = 7°,6 u. 15° 2,50

Unterschied 5,22

Barom. 336‴ — 332‴,29 = 3,71
Thermom. Untersch. 23°,0 — 15°,4 = 7°,6
in runden Zahlen $\frac{4 \times 8}{1000}$ 0,03

Summe . . 5,

wofür die erste Tafel den Thaupunct = 10°,4 R. gi
die Tafel der Dichtigkeiten mit gehöriger Interpolation di
tigkeit gegen Luft unter 28 Z. Barometerdruck und 0° R
peratur = 0,007928.

II. Beisp. Das trockne Thermometer zeigte 11
feuchte 9°,4; das Barometer 298‴,05;

die erste Tafel giebt für 9°,4 4
die zweite Tafel giebt für 11°,7 — 9°,4 = 2°,3 und 10° 0,

Unterschied 4,

Barometercorrection = $\frac{2 \times 38}{1000}$ 0,0

Summe . . 4,

wozu aus der ersten Tafel 7°,5 gehören und also ein
tigkeit von 0,006113 gegen Luft.

1 S. Art. *Dampf.* Bd. II. S. 385.

I. Tafel der Expansionen.

,0	0°,1	0°,2	0°,3	0°,4	0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°,9
91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84	0,83
90	0,98	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92
10	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01
20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11
32	1,31	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,22	1,21
44	1,43	1,42	1,40	1,39	1,39	1,37	1,35	1,34	1,33
58	1,56	1,55	1,54	1,52	1,51	1,50	1,48	1,47	1,46
73	1,71	1,69	1,68	1,66	1,65	1,64	1,62	1,61	1,60
88	1,87	1,85	1,83	1,82	1,80	1,79	1,77	1,76	1,74
06	2,04	2,02	2,00	1,99	1,97	1,95	1,93	1,92	1,90
24	2,22	2,21	2,18	2,17	2,15	1,13	2,11	2,09	2,07
44	2,46	2,48	2,51	2,53	2,55	2,57	2,59	2,61	2,64
66	2,68	2,70	2,73	2,75	2,77	2,80	2,82	2,84	2,87
89	2,92	2,94	2,97	2,99	3,02	3,04	3,07	3,09	3,12
14	3,17	3,20	3,22	3,25	3,28	3,30	3,33	3,36	3,39
41	3,44	3,47	3,50	3,53	3,56	3,59	3,62	3,65	3,67
70	3,73	3,77	3,80	3,83	3,86	3,89	3,92	3,95	3,99
02	4,05	4,08	4,12	4,15	4,18	4,22	4,25	4,28	4,32
35	4,39	4,42	4,46	4,50	4,53	4,57	4,60	4,64	4,67
71	4,75	4,79	4,83	4,87	4,91	4,94	4,98	5,02	5,06
10	5,14	5,18	5,22	5,26	5,31	5,35	5,39	5,43	5,47
52	5,56	5,60	5,65	5,69	5,74	5,78	5,82	5,87	5,91
96	6,01	6,05	6,10	6,15	6,20	6,24	6,29	6,34	6,39
44	6,49	6,54	6,59	6,64	6,69	6,74	6,79	6,84	6,89
95	7,00	7,05	7,11	7,16	7,22	7,27	7,33	7,38	7,44
49	7,55	7,61	7,66	7,72	7,78	7,84	7,90	7,95	8,01
07	8,14	8,20	8,26	8,32	8,38	8,44	8,51	8,57	8,63
90	8,76	8,83	8,89	8,96	9,02	9,09	9,16	9,22	9,29
35	9,43	9,50	9,57	9,64	9,71	9,78	9,85	9,92	9,99
17	10,14	10,22	10,29	10,36	10,44	10,51	10,59	10,67	10,74
92	10,90	10,98	11,06	11,14	11,22	11,30	11,38	11,46	11,54
13	11,71	11,79	11,88	11,96	12,05	12,13	12,22	12,31	12,39
33	12,57	12,66	12,75	12,84	12,93	13,02	13,11	13,21	13,30
51	13,49	13,58	13,68	13,77	13,87	13,97	14,06	14,16	14,26
75	14,46	14,56	14,67	14,77	14,87	14,97	15,08	15,18	15,29
00	15,50	15,60	15,71	15,82	15,93	16,04	16,15	16,26	16,38

Digitized by Google

II. Tafel der Expansions-Unterschiede.

R	R′	0°,0	0°,1	0°,2	0°,3	0°,4	0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°
	5	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,56	0,59	0,6
1	10	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,57	0,60	0,6
	15	0,33	0,37	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,57	0,60	0,6
	20	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,54	0,57	0,60	0,6
	5	0,66	0,69	0,72	0,76	0,79	0,82	0,85	0,89	0,92	0,9
2	10	0,66	0,69	0,73	0,76	0,79	0,83	0,86	0,89	0,92	0,9
	15	0,67	0,70	0,73	0,77	0,80	0,83	0,86	0,90	0,93	0,9
	20	0,67	0,70	0,74	0,77	0,81	0,84	0,87	0,91	0,94	0,9
	5	0,99	1,02	1,05	1,08	1,12	1,15	1,18	1,21	1,25	1,2
3	10	0,99	1,02	1,06	1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,25	1,2
	15	1,00	1,03	1,06	1,10	1,13	1,16	1,20	1,23	1,26	1,3
	20	1,01	1,04	1,07	1,11	1,14	1,17	1,21	1,24	1,27	1,3
	5	1,31	1,34	1,38	1,41	1,44	1,47	1,51	1,54	1,57	1,6
4	10	1,32	1,35	1,38	1,42	1,45	1,48	1,51	1,55	1,58	1,6
	15	1,33	1,36	1,39	1,43	1,46	1,49	1,52	1,56	1,59	1,6
	20	1,34	1,37	1,40	1,44	1,47	1,51	1,54	1,57	1,60	1,6
	5	1,64	1,67	1,70	1,73	1,77	1,80	1,83	1,86	1,89	1,9
5	10	1,64	1,68	1,71	1,74	1,78	1,81	1,84	1,87	1,90	1,9
	15	1,65	1,69	1,72	1,75	1,79	1,82	1,85	1,88	1,92	1,9
	20	1,67	1,70	1,74	1,77	1,80	1,84	1,86	1,90	1,94	1,9
	5	1,96	1,99	2,02	2,06	2,09	2,12	2,15	2,18	2,22	2,2
6	10	1,97	2,00	2,03	2,07	2,10	2,13	2,16	2,20	2,23	2,2
	15	1,98	2,01	2,05	2,08	2,11	2,15	2,18	2,21	2,24	2,2
	20	2,00	2,03	2,07	2,10	2,13	2,17	2,20	2,23	2,26	2,3
	5	2,28	2,31	2,35	2,38	2,41	2,44	2,47	2,51	2,54	2,5
7	10	2,29	2,32	2,36	2,39	2,42	2,45	2,49	2,52	2,55	2,5
	15	2,31	2,34	2,37	2,41	2,44	2,47	2,50	2,53	2,57	2,6
	5	2,60	2,63	2,67	2,70	2,73	2,76	2,79	2,83	2,86	2,8
8	10	2,61	2,65	2,68	2,71	2,74	2,77	2,81	2,84	2,87	2,9
	15	2,63	2,66	2,70	2,73	2,76	2,79	2,83	2,86	2,89	2,9
	5	2,92	2,96	2,98	3,02	3,05	3,08	3,11	3,14	3,18	3,2
9	10	2,94	2,97	3,00	3,03	3,06	3,10	3,13	3,16	3,19	3,2
	15	2,96	2,99	3,01	3,05	3,08	3,12	3,15	3,18	3,21	3,2
		0°,0	0°,1	0°,2	0°,3	0°,4	0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°,9

) *Kyanometer.* Auch dieser durch H. B. DE SAUSSURE
ne, bereits beschriebene[1] Apparat könnte als meteoro-
s Werkzeug angewandt werden, um die Menge der
ftkreise vorhandenen Dünste zu bestimmen, allein es
m die Leichtigkeit der Behandlung und die Bestimmt-
r Bezeichnung, wodurch sich die gangbaren Apparate
nen, weswegen es in den Kreis derselben nicht auf-
en worden ist.

Regenmafs. Zu dem, was über dieses wichtige Hülfs-
neteorologischer Untersuchungen bereits gesagt worden
rüfste ich nichts weiter hinzuzusetzen, als dessen all-
rn Gebrauch nochmals dringend zu empfehlen, da un-
nntnifs der Regenverhältnisse noch keineswegs so voll-
ı ist, als sie billig seyn sollte. Ein von DE WITT[3]
enes Regenmafs ist so künstlich zusammengesetzt, dafs
urch und durch Kostbarkeit für den Gebrauch wenig
wird, weswegen ich mich einer weitern Beschrei-
sselben überhebe.

Thermometer und 7) *Windmesser* sind noch zwei dem
logen ganz unentbehrliche Apparate, welche demnächst
eren ausführlichen Untersuchung kommen.

III. Meteore.

Meteore machen zwar den wesentlichsten Theil der
logie aus, wovon sie auch den Namen erhalteu hat,
ihrer Untersuchung jedoch eine Betrachtung der *At-*
e, wo sie ihren Sitz haben, nothwendig vorangehn.
t zwar bereits[4] ein eigener Artikel gewidmet, allein
en seitdem hinzugekommenen Erweiterungen unserer
s derselben müssen hier nothwendig nachgetragen

Ueber die *Höhe* und *Excentricität* der Atmosphäre
. E. SCHMIDT[5] eine ausführliche und gehaltreiche Un-

Art. *Kyanometer.* Bd. V. S. 1367.
Art. *Regenmafs.* Bd. VII. S. 1340.
llimann Amer. Journ. N. XXII. p. 321.
Atmosphäre. Bd. I. S. 439.
ehrbuch der mathematischen und physischen Geographie.
0. Th. II. S. 236.

Digitized by Google

tersuchung angestellt. Hierbei liegt die Betrachtung zum G
dafs jedes Lufttheilchen der Atmosphäre durch drei Kräf
ficirt wird, die Anziehung gegen die Erde, die Schwu
und die Anziehung der Lufttheilchen unter sich; we
die letztere Kraft als verschwindend zu betrachten ist, st
ben blofs die beiden ersteren übrig. Es wird dann n
vorausgesetzt, dafs die Luft ein die wenig excentrisch
einschliefsendes, in sich zusammenhängendes Ellipsoid
Die Untersuchung führt übrigens zu dem Resultate, d
durch diese Kräfte erzeugtes vollkommenes Gleichgewic
Bestandtheile der Atmosphäre nicht statt finde, und ma
sich daher auf die Aufsuchung eines genäherten besch
indem man blofs diejenigen Kräfte berücksichtigt, die
Richtung der Fall-Linie auf irgend ein Lufttheilchen w
Heifst demnach für einen Durchschnitt der ellipsoidische
Fig. 267. worin CD die halbe Axe ist, der Halbmesser des Aeq
AC = a, die Normale MP, in deren Richtung ein in
findliches Lufttheilchen von der Erde angezogen wird,
und berücksichtigt man, dafs die Linie MS, welche d
schwindigkeit des Umschwunges des Lufttheilchens u
Erdaxe bedingt, durch Cos. φ ausgedrückt werden kann
fern der Winkel SMR = MRA = der Polhöhe ist, bez
man die Schwere unter dem Aequator durch G^o, die Sch
kraft ebendaselbst durch kG^o, so ist die Schwungkraft,
mit sich das Luftelement in M der Richtung der Schwe
gegen zu entfernen strebt,

$$= kG^o . \frac{z}{a} . \text{Cos.}^2 \varphi .$$

Wird ferner der Druck, welchen ein Lufttheilchen in
leidet, durch p und seine Dichtigkeit durch ϱ, die Kraft
womit es in der Richtung der Normale von der Erde ab
gen wird, durch V ausgedrückt, so ist

$$\frac{dp}{\varrho} = dz \left(kG^o . \frac{z}{a} . \text{Cos.}^2 \varphi - V\right).$$

Um hierin den Werth von V zu finden, ist zu berück
gen, dafs, wenn G^o die Schwere unter dem Aequator, G
selbe unter irgend einem Breitengrade, R den Krümm
halbmesser und z die Entfernung MP bezeichnet,

$$V = G \left(\frac{R}{R+z}\right)^2$$

Ist dann die halbe grofse und kleine Axe durch a und b
net, so hat man, die Coordinaten des Punctes P durch
y ausgedrückt, bei der Ellipse

$$R = \frac{[a^4 - (a^2 - b^2)x^2]^{\frac{3}{2}}}{a^4 b},$$

enn $b = a(1-e)$ für eine Abplattung $= e$ gesetzt

$$R = \frac{[a^2 - 2ex^2]^{\frac{1}{2}}}{a^2(1-e)}.$$

ist für die Polhöhe φ beim Ellipsoid der Erde

$$\text{Tang.}\,\varphi = \frac{1}{1-e} \cdot \frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{x}.$$

s folgt

$$x = a\,\text{Cos.}\,\varphi(1 - e\,\text{Sin.}^2\varphi),$$

Ausdruck in den für R substituirt erhält man

$$R = a[1 - e(1 - 3\,\text{Cos.}^2\varphi)]$$

esemnach

$$\left(\frac{R}{R+z}\right)^2 = \left(\frac{1 + e(1 - 3\,\text{Cos.}^2\varphi)}{1 + e(1 - 3\,\text{Cos.}^2\varphi + \frac{z}{a}}\right)^2.$$

r gilt für unsere Erde[1] das Gesetz, dafs nach CLAIRAUT's
eme die Schwere unter dem Aequator nach den Polen
ächst um eine Gröfse, welche dem Producte des Zwei-
halbfachen der Schwungkraft weniger der Abplattung
Quadrat des Sinus der Breite proportional ist. Hier-
ird

$$G = G^o[1 + (\tfrac{1}{2}k - e)\,\text{Sin.}^2\varphi]$$

so auch

$$V = G\left(\frac{R}{R+z}\right)^2$$

$$= G^o.\left[\left(\frac{a}{a+z}\right)^2 + 2e\frac{z}{a}\left(\frac{a}{a+z}\right)^3(1 - 3\,\text{Cos.}^2\varphi) + \left(\frac{a}{a+z}\right)^2(\tfrac{1}{2}k - e)\,\text{Sin.}^2\varphi.\right].$$

ierin $\frac{z}{a}$ ein kleiner Bruch ist und noch aufserdem
r Abplattung e multiplicirt wird, so kann man den

S. Art. *Erde*. Bd. III. S. 923.

Factor $\left(\frac{a}{a+z}\right)^3$ der Einheit gleich setzen und $\left(\frac{a}{a+}\right.$
$= 1 - \frac{2z}{a}$. Ferner ist die Abplattung bei der Erde
Verhältnifs der Schwungkraft zur Schwere so nahe gl
dafs man ohne merklichen Fehler beide einander gleich s
kann. Diesemnach wird der erhaltene Ausdruck einf
und man erhält

$$V = G^o \left[\left(\frac{a}{a+z}\right)^2 + \tfrac{1}{2} k \,\mathrm{Sin.}^2\varphi - k\frac{z}{a}\,(4 - 3\,\mathrm{Sin.}^2\varphi)\right.$$

Diesen Werth von V in die obere Gleichung für das
hältnifs des Druckes zur Dichtigkeit substituirt erhält ma

$$\frac{dp}{G^o \varrho} = -\left(\frac{a}{a+z}\right)^2 dz - \tfrac{1}{2} k \,\mathrm{Sin.}^2\varphi . dz$$
$$+ \frac{kz}{a}\,(5 - 4\,\mathrm{Sin.}^2\varphi) . dz,$$

wobei blofs z als veränderlich zu betrachten ist. Bekan
kann auch der Druck = p als eine Function der Dichtig
und der Temperatur betrachtet werden. Setzt man diesen

$$p = \mu \varrho,$$

bezeichnet ferner α den Factor der Ausdehnung der Luft d
die Wärme, welche durch die Grade t irgend einer The
meterscale ausgedrückt wird, und nimmt man an, dafs für
gend eine Temperatur, z. B. für 0° C. $\mu = M$ sey, so ist
eine Temperatur = t der Werth von p

$$p = M\varrho(1 + \alpha t).$$

Wird aus beiden Gleichungen ϱ eliminirt, so erhält man

$$\frac{M dp}{G^o p} = -\left(\frac{a}{a+z}\right)^2 \cdot \frac{dz}{1+\alpha t} - \tfrac{1}{2} k \,\mathrm{Sin.}^2\varphi \frac{dz}{1+\alpha t}$$
$$+ \frac{kz}{a}\,(5 - 4\,\mathrm{Sin.}^2\varphi) . \frac{dz}{1+\alpha t}.$$

Für die Anwendung sind noch einige keineswegs vollstä
begründete, mindestens aber von der Wahrheit nicht w
entfernte Voraussetzungen erforderlich. Dahin gehört die ei
nach oben gleichmäfsigen Abnahme der Temperatur. He
dann die Höhe, bis zu welcher man sich erheben mufs,
mit das Thermometer um einen Grad C. falle, = h und
Temperatur an der Erdoberfläche = t', so wird

$$t = t' - \frac{z}{h}$$

i die Höhe der Atmosphäre auf jeden Fall gegen den esser der Erde klein ist, so kann immerhin

$$\left(\frac{a}{a+z}\right)^2 = 1 - \frac{z^2}{a} + \frac{3z^2}{a^2}$$

werden. Hiernach wird die obere Gleichung

$$\frac{M\,dp}{G^\circ p} = -(1 + \tfrac{1}{2}k\ \text{Sin.}^2\varphi)\ \frac{dz}{1+\alpha t} + \frac{z+5k-4k\ \text{Sin.}^2\varphi}{a} \cdot \frac{z\,dz}{1+\alpha t} - \frac{3}{a^2} \cdot \frac{z^2\,dz}{1+\alpha t}.$$

der gemachten Voraussetzung des Zusammenhanges zwi- len Gröfsen h und t findet Schmidt die Integrale für Ausdruck

$$\int \frac{z^2\,dz}{1+\alpha t} = -\frac{hz^2}{2\alpha} + \frac{h(1+\alpha t')}{\alpha} \int \frac{z\,dz}{1+\alpha t}$$

$$\int \frac{z\,dz}{1+\alpha t} = -\frac{hz}{\alpha} + \frac{h(1+\alpha t')}{\alpha} \int \frac{dz}{1+\alpha t}$$

$$\int \frac{dz}{1+\alpha t} = -\frac{h}{\alpha}\ \text{Log.}\ (1+\alpha t),$$

giebt die Gleichung integrirt, wenn man zur Bestim- der Constante den Druck an der Oberfläche der Erde p' bezeichnet, wobei dann $z = 0$ wird,

$$\text{lg.}\frac{p}{p'} = \text{Log.}\frac{(1+\alpha t' - \frac{\alpha z}{h})}{1+\alpha t} \left\{ \begin{array}{l} 1 + \frac{3}{2}k\,\text{Sin.}^2\varphi \\ -\frac{2+5k-4k\text{Sin.}^2\varphi}{a} \cdot \frac{h}{\alpha}(1+\alpha t) \\ +\frac{3h^2}{\alpha^2} \cdot \frac{(1+\alpha t')}{a^2} \end{array} \right\}$$

$$- z\left(\frac{2+5k-4k\,\text{Sin.}^2\varphi}{a} - \frac{1+\alpha t'}{a^2} \cdot \frac{h}{\alpha}\right)$$

$$+ \frac{3z^2}{2a^2}.$$

t Grenze der Atmosphäre verschwindet der Druck, p = 0 und Log. $\frac{p}{p'} = -\infty$. Um den hinter dem Gleich- ichen stehenden Theil gleichfalls $= -\infty$ zu machen,

$$\text{Log.}\left(\frac{1+\alpha t' - \frac{\alpha z}{h}}{1+\alpha t}\right) = -\infty$$

seyn, welches der Fall ist, wenn $1+\alpha t' - \frac{\alpha z}{h} = 0$ wird, der hieraus hervorgehende Werth von z zeigt die Höhe Atmosphäre an. Heifst dieser z', so ist

$$z' = \frac{h}{\alpha}(1+\alpha t'),$$

und wenn er an derjenigen Stelle der Erde, wo die mi Temperatur $= 0$, also $t' = 0$ ist, durch z° bezeichnet so ist

$$z^\circ = \frac{h^\circ}{\alpha},$$

also aus beiden Gleichungen α eliminirt giebt

$$z' = z^\circ \frac{h}{h^\circ}\left(1 + \frac{h^\circ}{z^\circ} t'\right)$$

$$= h\left(\frac{z^\circ}{h^\circ} + t'\right).$$

Um hieraus die Höhe der Atmosphäre zu finden, n Schmidt an, dafs unter 80° Breite die mittlere Temp $= 0$ sey und 500 Fufs Erhebung einer Verminderung 1° C. zugehöre, oder dafs $h^\circ = 500$, unter dem Aeq dagegen $h = 600$ sey. Heifst dann allgemein

$$h = r - q \text{ Sin.}^2 \varphi,$$

so wird $r = 600$ und $q = 103{,}1$, also

$$h = 600 - 103{,}1 \text{ Sin.}^2 \varphi.$$

Ist ferner die mittlere Temperatur unter dem Aequator = C. und allgemein

$$t' = t - s \cdot \text{Sin.}^2 \varphi,$$

so ist $t = 25$, $s = 25{,}8$, folglich

$$t' = 25 - 25{,}8 \text{ Sin.}^2 \varphi.$$

Mit diesen Werthen wird

$$z' = h\left(\frac{z^\circ}{h^\circ} + t'\right)$$

und da

$$\frac{z^\circ}{h^\circ} = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{0{,}00375} = 266\tfrac{2}{3}$$

ist, so erhält man

$z' = (600 - 103{,}1 \text{ Sin.}^2 \varphi)\ (291\tfrac{1}{3} - 25{,}8 \text{ Sin.}^2 \varphi)$
$= 175000 - 45551 \text{ Sin.}^2 \varphi + 2660 \text{ Sin.}^2 \varphi,$

ich die Atmosphäre unter dem Aequator = 175000 F. und
dem Pole = 132109 F. Höhe haben würde.

85) Die hier mitgetheilte Darstellung verdient vorzüglich
n der Eleganz des Calcüls Aufmerksamkeit; sonst aber
man unter den angegebenen Voraussetzungen weit leich-
u demselben Resultate gelangen. Wenn nämlich der ab-
e Nullpunct bei — $266\frac{2}{3}$ Centesimalgraden liegt, über
n Punct hinaus aber keine Luft mehr bestehn kann, wenn
r die Temperatur unter dem Aequator = 25° C. ist und
Fufs Höhe für 1° Wärmeabnahme gehören, so folgt noth-
ig die Höhe der Atmosphäre unter dem Aequator

$$z = (266\tfrac{2}{3} + 25) \times 600 = 175000 \text{ F.}$$

gegen die Temperatur unter dem Pole = — t' in Cen-
algraden und gehören dort 500 Fufs Erhebung für 1° C.
ne-Abnahme, so ist dort die Höhe

$$z' = (266\tfrac{2}{3} - t) \times 500 \text{ Fufs};$$

die schwierige Frage ist eben, ob alle diese Bedingun-
sich wirklich in der Natur finden, was auf jeden Fall
wahrscheinlich ist[1]. Die auf diese Weise gefundene
e ist übrigens ausnehmend klein und beträgt nur 7,66
raphische Meilen, die letztere = 22842 par. Fufs ange-
nen, die Dichtigkeit der Luft an der Grenze würde un-
r 0,001 derjenigen im Niveau des Meeres nach dem Ma-
'schen Gesetze betragen, die mittlere Temperatur = 0° C.
ommen; ihre Dichtigkeit wird jedoch bei der vorausge-
n Wärme-Abnahme bedeutend geringer, da die niedri-
Schichten eine gröfsere Dichtigkeit hierdurch erhalten,
n die an der äufsern Grenze dünner werden mufs, um
a der angenommenen Höhe hinaufzureichen.

86) Die Excentricität der Atmosphäre läfst sich aus der
theilten Formel gleichfalls finden, leichter kommt man
h zum Ziele, wenn man die halbe grofse Axe des El-
ds aus der Summe des Erdhalbmessers unter dem Ae-

---

[1] Eine ähnliche Methode zur Bestimmung der Höhe der At-
äre von Kaziz in Wiener Zeitschrift Th. VIII. S. 420. erwähne
ur beiläufig, da ihre ausführliche Beurtheilung zu weit führen

quator + der Höhe der Atmosphäre daselbst, die halbe L
aber aus der halben Erdaxe + der Höhe der Atmosphär
ter dem Pole findet. Hieraus erhält man eine Abpl
$= \frac{1}{177}$, eine Bestimmung, die gleichfalls auf der Richt
der angenommenen Voraussetzung beruht.

87) Eine bekannte Aufgabe ist, diejenige Höhe de
mosphäre zu suchen, wo sie noch Dichtigkeit genug b
das Licht zu reflectiren. Aufser den Berechnungen, die
über bereits mitgetheilt worden sind[1], verdient noch be
zu werden, dafs BRANDES[2] diese Methode, wegen der
seitig bedingten Reflexion des Lichts bei der Dämmerung
sehr unzuverlässig hält und nur eine Höhe von 3,5 geogr
Meilen annimmt, in welcher die Luft zur Reflexion des L
noch Dichtigkeit genug besitzt. Dieses stimmt sehr gen
demjenigen Resultate überein, welches THOM. YOUNG[3]
einem andern Wege gefunden hat. Aus der Strahlenbr
ergiebt sich nämlich, dafs die Dichtigkeit der Luft, E
forderlich ist, um den Lichtstrahl von seiner geraden
abzulenken, nicht höher als bis 95550 engl. Fufs übe
Erdoberfläche, also bis 3,118 geogr. Meilen reicht. Na
SCHMIDT[4] dagegen folgt aus der Dämmerung eine Höhe
Atmosphäre, die der oben gefundenen, nämlich 7,66 zie
nahe kommt. Als Endresultat aller dieser Untersuchungen
hervor, dafs die Frage über die Höhe, bis zu welcher
Atmosphäre reicht, noch keineswegs genügend beantw
worden ist.

88) Die wesentlichen *Bestandtheile* der atmosphäri
Luft sind Sauerstoffgas und Stickgas, und man ist noch
während der Meinung, dafs das quantitative Verhältnifs
der, nämlich 0,21 des ersteren und 0,79 des letzteren,
Volumen nach, ein constantes sey. Merkwürdig in dieser
ziehung ist aber, dafs die durch PARRY mitgebrachte, im
terhafen und zu Igloolik aufgefangene Luft nach der An
von FARADAY nur 0,205885 Sauerstoffgas gab, statt dafs

1 S. *Atmosphäre*. Bd. I. S. 448.
2 S. Art. *Dämmerung*. Bd. II. S. 277.
3 Philos. Trans. 1824. P. I. p. 160.
4 A. a. O. S. 317.

er im Royal Institution genommenen und auf gleiche
analysirten stets 0,219625 erhielt, so dafs diese also
Procent mehr Sauerstoffgas enthielt[1]. Man könnte hier-
uf die Vermuthung geleitet werden, dafs der in je-
egenden namentlich durch die Respiration der See- und
iere statt findende Verlust wegen Mangels an Vegeta-
ur erst in längerer Zeit durch das Herbeiströmen von
ssen aus der Ferne wieder ersetzt werde.

) Dafs der Gehalt der atmosphärischen Luft an Koh-
e veränderlich sey, wufste man schon seit langer Zeit,
atte Th. de Saussure[2] durch frühere Versuche be-
efunden, dafs die Menge der vorhandenen Kohlensäure
cht gröfser sey, als am Tage; ebenderselbe hat aber
Messungen, die von 1816 bis 1829 unter den verschie-
n Umständen vorgenommen wurden, den Zusammen-
dieser Veränderlichkeit mit den bewirkenden Ursachen
ittelu gesucht und nach einer vorläufigen Anzeige der
ndsten Resultate[3] das Ergebnifs des Ganzen vollständig
heilt[4]. Das ausführlich beschriebene Verfahren, um die
der in der Luft enthaltenen Kohlensäure mit gröfster
e zu ermitteln, ist sehr zusammengesetzt, weswegen
ur erwähnt werden möge, dafs Barytwasser dabei als
gsmittel angewandt und die Quantität des Gases aus
ewichte des gebildeten Carbonats gefunden wurde. Der
r die Hauptversuche war eine Wiese bei Chambaisy,
Stunde von Genf, doch sind andere mit Luft über dem
iber der Stadt u. s. w. angestellt worden, auch dienen
sweise die aus den Jahren 1827, 1828 und 1829 als Grund-
r mitgetheilten Bestimmungen. Als äufserste Grenzen
nge der vorhandenen Kohlensäure können 0,0574 und
betrachtet werden, als Mittel 0,0415, jedoch reichen
ihre lang fortgesetzte Beobachtungen ebensowenig hin,
nittlere Gröfse genau zu bestimmen, als dieses bei den

Appendix to Capt. Parry's Second Voyage cet. Lond. 1825. 4.

Biblioth. univ. T. I. G. LIV. 217.
Ann. Chim. Phys. T. XXXVIII. p. 411. Bibl. univ. T. XXXIX.
Zeitschrift Th. V. S. 356. Poggendorff Ann. XIV. 290.
Wiener Zeitschrift Th. VIII. S. 841. Aus Mémoires de la
Phys. et d'Hist. nat. de Genève. 1830. T. V. Vergl. Ann.
T. XLIV. p. 5. Poggendorff Ann. XIX. 391.

Digitized by Google

Regenmengen und andern meteorologischen Processen de
ist. Der Regen vermindert den Kohlensäuregehalt, weil
dieses Gas mit dem Wasser oder der befeuchteten Erde
bindet, doch kann ein plötzlicher Regen eine Vermeh
herbeiführen, vermuthlich weil das im Boden enthalten
dadurch ausgetrieben wird, das Gefrieren dagegen ver
den Gehalt an Kohlensäure, so wie anhaltende Trock
weil beide die Absorption durch das Wasser hindern,
cher Ursache es auch zuzuschreiben ist, dafs die über
See aufgefangene Luft eine geringere Quantität dieses
zeigte. In der Stadt war der Gehalt an Kohlensäure am
gröfser, als auf dem Lande, nahm aber dort in der
weniger zu, als hier, und zeigte übrigens an beiden
den nämlichen Wechsel. Um den Einfluss der Berge a
mitteln, wurden vergleichbare Versuche im Kalkgebirg
Jura und Saléve ungefähr 3 Stunden von Chambaisy
stellt, woraus hervorging, dafs der Kohlensäure-Gehal
Bergen gröfser ist, als in der Ebene, dafs er in der
nur wenig wächst und übrigens an den durch Jahreszei
Feuchtigkeitszustand bedingten Veränderungen Theil zu
men scheint, obgleich der letztere sich nicht stets m
cherheit ermitteln läfst. Die Ursache der gröfsern Menge
in der geringern Zersetzung durch mangelnde Vegetation
darin zu suchen seyn, dafs das Regenwasser schneller
läuft. Ein starker Wind bewirkt Vermehrung, weil da
reicheren oberen Schichten mit den unteren vermengt wer
indefs wirkt hierbei die Gegend, woher die bewegte
kommt, sehr bedingend ein, so dafs vielmehr eine Ver
derung erfolgt, wenn sie aus feuchten Gegenden herbeist
Am entschiedensten ist das Resultat, dafs bei Nacht
Ebene auf freiem Felde die Menge der vorhandenen Koh
säure zunimmt, was wohl ohne Zweifel eine Folge der
ringeren Zersetzung ist und daher im Winter weniger
hervortritt. Das Maximum des Kohlensäure-Gehalts
sich daher gegen Ende der Nacht, das Minimum in der
des Tags, und der Unterschied beträgt etwa $\frac{1}{33}$ der Gasma
bei Tage. Regen und Verdunkelung des Himmels ver
dern diesen Unterschied etwas, Thau und starker Temp
turwechsel befördern ihn dagegen, Wind macht ihn ganz

den. Weil übrigens dieser tägliche Wechsel auch im
r statt findet, so mufs dabei ein von der Vegetation un-
iger Grund einwirken, welchen DE SAUSSURE in einer
die Luftelektricität bewirkten Zersetzung der Kohlen-
ucht. Es bleibt jedoch fraglich, ob die Elektricität bei
geringen Grade der Spannung eine Zersetzung bewirken
und ob die Ursache nicht vielmehr in dem Herabsin-
r höhern Luftschichten zu suchen sey, welches wäh-
r Nacht bei Windstille, und wenn die entgegengesetzte,
s gerichtete Bewegung der über dem Boden erwärm-
t aufhört, wohl unfehlbar statt findet. Auf jeden Fall
die durch TH. DE SAUSSURE mitgetheilten Bestimmun-
richtig gelten, denn BRUNNER[1] suchte durch ein ab-
es Verfahren den Kohlensäure-Gehalt zu bestimmen,
aber gleiche Resultate als jener.

) Das Resultat der Untersuchungen VOGEL's, wonach
r Ostsee und über dem Canale der Gehalt an Kohlen-
s zum Verschwinden gering seyn soll, ist bereits erwähnt
. Aus dieser Ursache und aus dem Vorhandenseyn
ter Spuren von salzsauren Salzen leitet FODÉRÉ[2] die
keit der Luft an den Küsten des mittelländischen Mee-
Lungenübeln ab. ROUBAUDI[3] prüfte die Sache ge-
indem er Glaskugeln mit einer Kältemischung, aus Eis
wefelsäure bestehend, theils am Ufer, theils über der
ung, den auf der Oberfläche gebildeten Niederschlag
elte und mit Reagentien prüfte. Hieraus ergab sich,
ruhiger See sich keine Salztheile oder sonstige ver-
nde Substanzen in dem niedergeschlagenen Dunste
welcher sich vielmehr ganz wie reines Wasser ver-
i wogender See aber, insbesondere im Bereiche des
her wehenden Windes, kamen in dem Niederschlage
Spuren von Salzen zum Vorschein, die also mecha-
gerissen seyn mufsten. Die Wirkung erstreckte sich
iter als bis auf etwa 100 Schritt vom Ufer. Auch
berzeugte sich, dafs die Luft über dem Meere geringe

---

ggendorff Ann. XXIV. 569.
yage aux Alpes marit. T. II. p. 256.
rnal de Pharmacie 1833. Nov. Lond. and Edinb. Phil. Mag.
p. 465.
m. de Petersb. VIme Sér. T. I. p. 327.

Spuren von Kochsalz enthalte, die dem feinen, mech
fortgerissenen Wasserstaube adhäriren.

91) Ueber die *Miasmen*, überhaupt über die U
welche die Luft verderben, und die Veränderungen,
dadurch erleidet, sind eine Menge schätzbare Untersuch
angestellt worden. Die ernstlich durch einen berühmten
siologen, Dr. PROUT[1], aufgestellte Behauptung, dafs das G
der Luft während der Cholera vermehrt sey, kann v
Physikern nicht wohl anders, als mit einigem Unglauben
nommen werden, da sich bei gleichzeitig unveränderte
rometerstande nicht füglich eine Veränderung denken
welche dieses Resultat zur Folge gehabt hätte. Nach
haltreichen Versuchen von MARCET[2] dagegen verderb
Schwämme während ihrer Vegetation die Luft, indem
wohl bei Tage als auch bei Nacht während weniger
eine grofse Menge Sauerstoffgas in Kohlensäure ver
dafs binnen 12 Stunden fast die ganze, in der C
haltene Quantität absorbirt war. Aufserdem hauchen
rend ihrer Vegetation noch ein Quantum kohlensaure
wodurch das Volumen der Luft vergröfsert wird,
ist nach begonnener Zersetzung derselben nicht der
GEL[3] entdeckte vermittelst salpetersauer Silberlösung
Luft seines Hörsaals organische Materie, und da
nicht zeigt, wenn man wiederholt und lange anhal
Luft aus den Lungen in eine sehr verdünnte Solution
so schliefst er hieraus, dafs jene Materie durch die
dünstung erzeugt werde. Die Verunreinigung der L
technische Processe haben auch D'ARCET[4] und ande
achtet, dafs unter andern Lackmuspapier in London
Zimmern geröthet wird; der Regen röthet dasselbe da
falls, und es zeigen sich im Regenwasser Spuren von
feliger und Schwefelsäure, die durch das Verbr
Steinkohlen in so grofser Menge und durch sonstige
errathende Ursachen erzeugt sich in der Atmosphä

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXX. p. 395.

2 Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de G
Ann. Ch. Ph. LVIII. p. 407. Edinb. New Phil. Journ. N. X
p. 232.

3 Journ. de Pharmac. 1835. Juin. p. 319.

4 Journal de Chimie médicale. 1834. Mai. p. 292.

Digitized by Google

befinden. Vielleicht ist es Folge der jetzigen feineren gsmittel oder der vermehrten Gewerbe, dafs gegenwärche Verunreinigungen der Atmosphäre so häufig aufgewerden, denn auch A. Chevallier[1] giebt als vorläulesultat seiner Untersuchungen an, dafs in der atmosphäLuft über Paris und auch an andern Orten Ammoniak n sey, sogar auch sonstige Stoffe, was wohl um so r zu bezweifeln ist, da Arthur Dunn[2] sogar die Anheit von Blei nachgewiesen hat. Aus gewissen Anzeii den Arbeitern seiner Bleiweifsfabrik wurde er zuerst se Vermuthung geleitet, er erhitzte daher ein Abdamgefäfs mit 28 ℔. nassem kohlensaurem Blei im Sandbade Temperatur der Trockenstuben, welche nie über 65° gt, befestigte 8 bis 12 Fufs darüber einen Blasebalg eb mittelst desselben die Luft durch eine Phiole mit 12 reinem Wasser, gesäuert durch 2 Drachmen Salpetersäure. m dieses 6 Stunden fortgesetzt worden war, ergab die chung die Anwesenheit einer mefsbaren Quantität Bleija es zeigte sich auch eine Spur dieser Substanz in dem einer offenen Schale, die in der Nähe jener Phiole gestanden hatte.

2) Ausführliche Untersuchungen über die Verunreinigur Atmosphäre, vorzüglich auch die Miasmen, hat Bouslt[3] angestellt. Nach ihm werden die letzteren da erwo vegetabilische[4] Stoffe durch Wärme und Feuchtige Zersetzung erleiden, in sumpfigen Gegenden, bei Waldungen, bei stagnirendem Wasser, besonders wenn us süfsem und salzigem gemischt ist. Den Beobachnach soll das Miasma ein schwereres Gas seyn, als nd sich hauptsächlich in Niederungen, mit Thau verabsetzen, vorzüglich bei Untergang der Sonne. So Moscati, und aufser ihm erhielt auch Rigaud de n den Morästen von Languedoc ein flockiges Concre-

---

[1] Institut. 1834. N. 75.
[2] Lond. and Edinb. Phil. Mag. Nr. XXXVII. p. 77.
[3] Institut. 1834. N. 67. Ann. Chim. Phys. T. LVII. p. 151.
[4] Thierische Stoffe werden nicht speciell mit genannt, allein es ist wohl keinem Zweifel, dafs diese ebensoviel und wohl noch mehr zur Erzeugung der Miasmen beitragen, als die vegetabilischen.

Digitized by Google

ment aus dem Thauwasser, welches stickstoffhaltig schien mit salpetersaurem Silber einen purpurfarbnen Niederschlag dete. Boussingault stellte im Jahre 1829 zu Carthag zu la Vega de Zupia in Amerika an einem sumpfigen O Sonnenuntergang zwei Uhrgläser auf ein Bret, das ein heifsem Wasser, das andere mit kaltem. Blofs auf den teren schlug sich der Thau schnell nieder, in jedes ein Tropfen Schwefelsäure gegossen und zur Trockniſs dampft, wobei das heifse Glas ganz rein blieb, das kal nen kohlenstoffhaltigen Ueberzug zeigte. Im folgenden trieb er eine grofse Menge solcher über Sümpfen aufge ner, getrockneter Luft durch glühende gläserne Röhren erhielt in dem vorgelegten salzsauren Kalke aus 305 k Gramm zuweilen 0,05 Gramm Wasser, wovon er meint, es durch Zersetzung der enthaltenen organischen Sub gebildet sey; das Wasser erschien jedoch nicht, wen Gas durch Schwefelsäure getrieben war. Er selbst hält Versuche nicht für zahlreich genug, um ein bestimmt sultat herbeizuführen, jedoch scheinen sie ihm die Ans heit von fein vertheilten Miasmen in der untersuchten L beweisen. Auch Wasserstoffgas, und zwar kohlenstoffh zeigte sich bei Gelegenheit jener Untersuchungen in de anwesend. Schon Th. de Saussure hat dieses aus Analysen gefolgert, weil er nach dem Verpuffen von Wasserstoffgas mit Luft, die von ihrer Kohlensäure g gereinigt war, stets etwas Kohlensäure wieder erhielt. singault wählte ein dem oben angegebenen ähnliches Ver um durch das vorhandene Wasserstoffgas Wasser zu bilden fand auf diese Weise im Mittel aus 11 Versuchen 0,00007 Volumen nach Wasserstoffgas in der Luft, welches er nicht für rein, sondern mit Kohlenstoff gemischt hält. gesetzte Versuche zu Paris ergaben gleichfalls die Anw heit einer geringen und wechselnden Menge von Was gas in der atmosphärischen Luft. Nicht unwichtig ist die Bemerkung von Boussingault[1], dafs nach seinen achtungen stets Seuchen entstehn, wenn Colonisten in rika Urwälder umhauen, und die Bäume dann verfaulen

1 Ann. Chim. Phys. T. LVII. p. 151.

inige interessante Betrachtungen[1] über die *Malaria* zwi- Rom und Neapel führen zu dem Resultate, dafs die dor- Miasmen in früheren Zeiten weniger schädlich waren, nan damals wollene Kleider trug, denn Brocchi, wel- nd, dafs das mit dem Miasma impregnirte Wasser leicht Substanzen zeigt, ist der Meinung, dafs die Anste- nicht durch die Lungen, sondern durch die Haut statt weswegen auch die Schafheerden nicht davon leiden. ist jedoch wohl mehr oder allein die Folge der bei ih- ehlenden Receptivität für solche Krankheiten. Mac ch[2] hat viele Untersuchungen über die Miasmen in Ita- od über die Krankheiten angestellt, die sie erzeugen. den Fall mufs man die Malaria, die in einer schlei- n Abmagerung, verbunden mit einem Schwinden der , besteht und leicht tödtlich wird, von den gewöhnli- ntermittirenden Marschfiebern unterscheiden, die bei gu- handlung geheilt werden. Die Malaria soll sich nur an ien Orten, und zwar jederzeit an vulcanischen, zeigen. ist eine genaue Untersuchung des Gegenstandes mit zu r Gefahr verbunden, als dafs wir hoffen dürften, über igentlichen Charakter und die Ursachen dieser nachthei- Einwirkungen auf die Gesundheit genaue Auskunft zu n[3].

3) Die verschiedenen Mittel zur *Desinficirung* der Luft, inigung derselben von den nachtheiligen Bestandtheilen, lich der Miasmen, sind durch einige zweckmäfsige Vor- vermehrt worden. Minder bedeutend ist wohl die durch [4] vorgeschlagene Zerstörung der nachtheiligen Stoffe durch uft, Faraday[5] dagegen empfiehlt zur Reinigung von aus- n Räumen, Krankenhäusern, Gefängnissen u. s. w. flache In anzuwenden, in diese eine Mengung von gleichen Kochsalz und Braunstein zu schütten und eine erkaltete

---

[1] Edinburgh New Phil. Trans. N. XXVII. p. 114.
[2] Ebend. N. XXXIII. p. 161.
[3] Ueber die dort herrschenden Krankheiten handelt sehr aus- J. B. Montfalcon Histoire médicale des Marais et des Ma- nsées par les émanations des eaux stagnantes. Par. 1825. 8. Par. 1829.
[4] Journ. de Pharmac. 1832. N. V. p. 229.
[5] Quarterly Journ. of Science, Lit. and Arts. 1824.

Digitized by Google

Mischung aus einem Theile Schwefelsäure und einem Theile W
zu giefsen, dieses dann ohne Anwendung von Wärme 5 bis
stehn zu lassen, damit das Gas überall eindringt. Am wichtig
wohl die Anwendung des salzsauren Kalkes (*Chlorcalciu*
schon früher durch v. STAHL in Augsburg angegeben w
neuerdings aber durch LABARRAQUE und MASUYER all
bekannt geworden ist[2]. Wird diese Substanz befeuchtet,
wickelt sich das Chlor allmälig in dem Mafse, als de
die Kohlensäure aufnimmt, und diese langsame Entbind
dann für die Respiration nicht gefährlich, wie die sc
Entwickelung aus Kochsalz und Braunsteinpulver durch Sc
felsäure leicht werden kann.

94) Bei der Untersuchung der Bestandtheile der A
sphäre kommt auch das *Dalton'sche Gesetz* in Betrac
dessen Einfluſs auf das barometrische Höhenmessen vor
wichtig ist. Unter andern fand auch LA PLACE[3] dasse
den Erscheinungen nicht übereinstimmend. Unterdefs h
ZENBERG[4] dasselbe in einer eigenen, auch das Gesch
enthaltenden Schrift vertheidigt, GAUSS[5] zeigte jedoch
Beurtheilung derselben, dafs durch Anwendung dieser
rie der Fehler beim barometrischen Höhenmessen gerad
gekehrt vielmehr vergröfsert als beseitigt werde.

95) Die *blaue Farbe* der Atmosphäre ist von
subjectiv erklärt worden, weil im weifsen Tageslichte da
vorherrschend ist, welchem subjectiv das Blau entgeg
Hiermit stimmen die Erscheinungen vollkommen überei
dem tiefen Gelb steht das helle Blau subjectiv entgegen
hellen das dunkle, welches letztere um so mehr in Sc
übergeht, je mehr ersteres sich dem Weifs nähert, wer
also der trübere Himmel beim stärkeren Durchdringen de
ben und rothen Strahlen hellblau, ein klarer dunkelbl
scheint und auf grofsen Höhen, insbesondere auf
Schneebergen, in Schwarz übergeht. Gegen die gewö

1 WETZLER über den Nutzen und Gebrauch des nach de
schrift des H. Apothekers v. STAHL entwickelten oxydirt-sal
Gases u. s. w. Augsb. 1825. 8.

2 Ann. Chim. Phys. T. XXIX. p. 85.

3 Mécan. cél. T. V. p. 110.

4 Ueber die Dalton'sche Theorie. Düsseld. 1830. 8.

5 Gött. Gel. Anz. 1830. St. 196. S. 1945.

ht, welcher auch Brandes huldigt, wonach die rothen en vorzugsweise durch die Atmosphäre dringen, die blauen on derselben zurückgeworfen werden, sind die triftigsten ente beigebracht worden, wozu noch dieses kommen kann, iernach auf hohen Bergen der Himmel heller erschei- üfste, weil doch von der dichteren Atmosphäre mehr Strahlen zurückgeworfen werden müssen, als von der en. Wenn Xavier de Maistre[1] ihre blaue Farbe chwarzen färbenden Theilchen ableitet, die auch dem r seine Farbe geben sollen, so bedarf diese Hypothese eigentlichen Widerlegung. Uebrigens giebt es noch nicht unwichtige Thatsachen, wodurch ich die von mir rte Meinung weiter zu unterstützen vermag. Dahin n die Versuche des Dr. Barry[2] bei seiner Ersteigung ontblanc. Oben auf der Spitze, umgeben von blen- weifsem Schnee, war der Himmel im Zenith eigentlich z, einige hundert Fufs unter dem Gipfel in einer Um- ; von Schnee zeigte er sich gleichfalls so, allein die wurde gemildert und ging in das Indigblaue über, wenn obachter auf dem Rücken liegend die Augen einige Zeit dossen hielt, dann aber die seitwärts einfallenden Strah- ermittelst beider Hände ausschlofs, während die Augen r geöffnet wurden. Noch beweisender sind die zahlrei- Beobachtungen von Boussingault[3], wozu ihm die Erstei- n americanischer Bergspitzen Gelegenheit gaben. Un- tet von dem, was H. B. de Saussure[4] auf dem Mont- und dem Col de Géant wahrgenommen hatte, prüfte er änomene genauer. Auf der erreichten Station am Chim- erschien der Himmel nicht dunkler, als zu Quito, und m Tolima in 4686 Meter Höhe war dieses der nämliche allein auf dem Cumbal erschien der Himmel aufseror- h dunkel indigblau. Boussingault setzt blofs erzäh- inzu: „Ich war damals von Schnee umringt. Wäh- der ganzen Zeit, dafs ich auf dem Cumbal in die Höhe „ und so lange ich nicht die Schneegrenze erreicht hatte,

Bibl. univ. 1832. Nov. p. 259. Edinb. New Phil. Journ. N. p. 348. XXXI. p. 56.
Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXV. p. 115.
Poggendorff Ann. XXXIV. 211.
Voyage. T. VII. p. 321.

Digitized by Google

„schien mir diese Farbe viel weniger dunkel. Bei m
„Ersteigung des Antisana hatte der Himmel, ehe ic
„Schneegrenze erreichte, seine gewöhnliche Farbe, s
„ich aber einmal auf der grofsen Eisfläche war, schien
„schwarz, wie Tinte.“ Auf dem Catopaxi in 5716 M
Höhe, welche also die des Montblanc übertrifft, wurd
schwarze Färbung des Himmels nicht wahrgenommen, e
aber nicht bemerkt, ob die Beobachter sich damals auf S
befanden. Boussingault leitet dieses Phänomen von
Schwächung der Augen durch lange Anstrengung ab,
er setzt auch hinzu, dafs sie vielleicht durch die W
eines Contrastes erzeugt werde. Dafs letzterer allein di
scheinung herbeiführe, ist wohl nicht zweifelhaft, den
Höhe und die zugehörige Verdünnung der Luft kann nic
Ursache angesehn werden, wie aus einer Vergleichun
Beobachtungen auf europäischen und americanischen B
unzweifelhaft hervorgeht, und dann wäre unbegreiflich, wa
Anwesenheit des Beobachters auf schneebedeckten oder
Stellen die Reflexion der Lichtstrahlen von der Atmos
bedingen könnte.

96) Ueber den Feuchtigkeitszustand der Atmosphä
ben Daniell, Dove und Kämtz einige wichtige Un
chungen angestellt, wovon ich eine Uebersicht aus dem W
des Letzteren entnehme[1]. Nach fünfjährigen Beobachtung
Genf mit einem Haarhygrometer ist der relative Feuchtig
zustand am Morgen am gröfsten, geht bis 2 Uhr Nachm
zur gröfsten Trockenheit über und wächst gegen Abend
der etwas. Wird hierbei auf die Temperatur Rücksich
nommen, so verschwindet der gröfste Theil dieses Unters
des, jedoch zeigt das monatliche Mittel am Morgen noc
nen höhern absoluten Feuchtigkeitsgrad, als am Mittage,
auch am Abend ist derselbe etwas weniges geringer. F
dieses Resultat erhielt Dove[2] aus dreijährigen Beobachtu
Daniell's zu London und aus 11jährigen Bouvard's
Paris. De Saussure[3] und Dove suchen die Ursache
von in den bei Nacht entstehenden feuchten Niederschl

1 Meteorologie Th. I. S. 330 ff.
2 Poggendorff Ann. XVI. 297.
3 Hygrometrie. S. 864.

Digitized by Google

i der Dampf aus den obern Luftschichten herabsinkt; am en tritt dann die Verdunstung ein und vermehrt den pfgehalt, bis die aufsteigenden erwärmten Luftschichten Dampf mit sich in die Höhe führen. De Saussure[1] und ıc[2] fanden hiermit übereinstimmend ein umgekehrtes alten in der Höhe, Dove aber bewies dieses aus einer leichung des Hygrometerstandes zu Genf und auf dem St. hard, indem dort die Feuchtigkeit der Luft um 2 Uhr mittags gröfser ist, als am Morgen. Aus der Abhängigder Dampfbildung von der Temperatur folgt, mit der Erng übereinstimmend, dafs der absolute Feuchtigkeitsgrad Winter am geringsten, im Sommer dagegen am gröfsten ler relative dagegen zeigt ein umgekehrtes Verhalten, weil Wärme erst vorhanden seyn mufs, ehe sie das Wasser in pf zu verwandeln vermag, und daher eilt die Temperahöhung der Feuchtigkeitszunahme voraus; auf dem St. hard aber scheint der relative Feuchtigkeitszustand das ganze hindurch fast gleich zu seyn.

Kämtz vermuthet aus triftigen Gründen, dafs der Feuchitszustand im Allgemeinen von den Küsten nach dem Ini der Continente hin abnimmt, allein zur bestimmten Entidung hierüber fehlt es an vergleichbaren Messungen.

97) Der Einfluſs der Winde auf den Dampfgehalt der ist am allgemeinsten bekannt, denn man redet sogar im inen Leben von trocknen und von feuchten Winden, ıi im Allgemeinen die nördlichen zu den ersten, die südn zu den letzten gehören. Um hierüber genauer zu entden, müssen die mittleren Feuchtigkeitszustände der Luft die jederzeitigen Elasticitäten der Dampfatmosphäre für inzelnen Winde bekannt seyn. Zur Entfernung der einn Anomalieen wird dann die bereits wiederholt angegeFormel angewandt, welche sich darauf gründet, dafs von durch Ost für 360° des ganzen Kreises einem jeden te der Windrose 45° zugehören. Bezeichnet demnach e Elasticität des Wasserdampfes in par. Linien, m den vom puncte der Windrose an gezählten Winkel der jedesmali-

---

1 Reisen, Th. IV. S. 365.
2 Idées sur la Mét. T. II. p. 12.

Digitized by Google

gen Windrichtung und e_m den diesem Winde zugehö Druck der Dampfatmosphäre, so ist

$$e_m = e + u \sin.(m.45^\circ + v) + u'. \sin.(m.90^\circ + v'),$$

worin die Constanten aus den Beobachtungen bestimmt den[1]. Aus Daniell's Beobachtungen hat Dove[2] für Lo folgende Werthe in par. Linien erhalten:

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Winter . .	2,43	2,22	2,18	3,04	3,56	3,62	3,24	2,72
Frühling . .	3,22	3,14	4,10	4,33	4,49	4,15	3,88	3,35
Sommer . .	4,74	4,59	5,49	6,10	6,74	6,13	5,48	4,96
Herbst . . .	3,29	3,78	3,81	4,87	4,90	5,17	4,46	3,84
Jahr	3,56	3,42	3,76	4,66	4,91	4,71	4,27	3,76

Für Paris erhielt Kämtz aus den Mittagsbeobachtungen Hygrometers und Thermometers die folgenden ähnlichen sultate in par. Linien:

	N.	NO.	O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.
Winter . .	1,68	1,26	1,54	2,02	2,29	2,46	2,21	1,73
Frühling . .	1,77	1,77	1,78	2,28	2,51	2,30	2,19	1,95
Sommer . .	3,22	2,92	3,30	3,95	3,90	3,41	3,29	3,03
Herbst . . .	2,53	2,28	2,45	3,07	3,57	3,35	2,76	2,67
Jahr	2,30	2,06	2,27	2,83	3,07	2,88	2,61	2,35

Diese Bestimmungen beziehn sich auf den absoluten Feuc keitszustand; in der oben mitgetheilten, aus der gemei Erfahrung entnommenen Bemerkung liegt indefs schon, auch der relative sich auf gleiche Weise verhält.

Für das Verhältnifs des Feuchtigkeitszustandes der Lu verschiedenen Höhen hat Kämtz[3] einen analytischen Aus gesucht, es fehlt jedoch an genügenden Beobachtungen Bestimmung der Constanten, und ich verweise daher r sichtlich dieser Aufgabe auf das angezeigte Werk.

98) Die zur Meteorologie gehörigen und einzeln in zu untersuchenden Phänomene sind in alphabetischer Re folgende:

1) Das *Gewitter*, sofern dasselbe als elektrische Ersch nung betrachtet wird, wonach dann die Untersuchung

1 Das Verfahren ist das in §. 75. gezeigte.

2 Poggendorff Ann. XVI. 285.

3 Meteorologie. Th. I. S. 342.

Digitized by Google

lelektricität, des *Blitzes* und des *Donners* zunächst dazu
ren und selbst auch die Construction der *Blitzableiter*
cksichtigung verdient. Alle diese sind in eigenen Arti-
bereits abgehandelt, wozu allerdings eine Menge Zu-
kommen könnten, wenn es zweckmäfsig wäre, die mit-
eilten Thatsachen durch andere ähnliche zu vermehren.
lieses aber unnöthig ist, so begnüge ich mich, blofs ei-
interessanten Blitzschlag mitzutheilen, welcher zugleich
n der Sachkenntnifs und Wahrheitsliebe des Referenten,
Dr. TRAILL, damals zu Liverpool, besondere Aufmerk-
verdient[1]. Der Blitzstrahl traf das Packetschiff New-York
526 Tonnen am 19. April 1828 auf seiner Fahrt von
-York nach Liverpool, ging an den eisernen Ketten des
tmastes herab, zerstörte das Metall theilweise, ergriff das
werk der Pumpen, drang in den Waarenraum, sprang
iner bleiernen Cisterne über, von da zu einer bleiernen
e nach dem Hintertheile des Schiffes, wo er drei fünf-
ge Planken am untern Ende losrifs. Aufser den in seiner
tlichen Bahn liegenden Gegenständen waren noch ver-
edene andere anscheinend durch eine seitwärts gehende
kung beschädigt, ein Spiegel in der Cajüte wurde in meh-
Stücke zerschlagen, ein Pianoforte umgeworfen u. s. w.
laute Schall der Explosion war betäubend und ein schwe-
er Dampf (*sulphureous smoke*), welcher mit einer bläuli-
Flamme aus den Luken hervorbrach, erzeugte die Furcht
einem Brande der Ladung, die gröfstentheils aus Baum-
e und Terpentin bestand. Es fand sich jedoch bald, dafs
s entzündet war, aber das Schiff hatte einen Leck be-
nen, welcher jede Stunde 4 Zoll Wasser gab, durch die
pen jedoch gewältigt werden konnte, so dafs das Schiff
Fahrt fortzusetzen vermochte. Von den Passagieren war
r beschädigt; einer, welcher im Raume der Hauptluke
nüber schlief, nahe bei dem Fleck, wo der Blitz in den
renraum drang, dessen Schlofs mit Gewalt in die Cajüte
leudert wurde, war nicht beschädigt und eine Quantität
efspulver unter seinem Bette blieb unversehrt; ein Zuber
ein Becken, welches über dem Bette eines Kindes auf
n Borde stand, wurden heruntergeworfen ohne Beschä-

---

[1] Edinburgh New Phil. Journ. N. IX. p. 183.

Digitized by Google

digung des Kindes. Noch auffallender war, dafs ein ältlic
Mann, welcher in den letzten 5 Jahren keine Viertels
anhaltend gehn konnte, den Gebrauch seiner Glieder blei
wiedererhielt. Der Anblick des Himmels und die zahlrei
Wasserhosen liefsen die Wiederkehr des Gewitters für
und veranlafsten daher, dafs der aus Vergessenheit nicht
brauchte Blitzableiter angeheftet wurde. Er bestand aus
sernen Gliedern von 18 Zoll Länge und 1 engl. Z. Du
messer, mit einer 4 Fufs langen Auffangestange, welche
über die Spitze des Hauptmastes hervorragte; die ganze L
betrug 145 Fufs, wovon das Ende über eine am Hinterth
angebrachte leichte hölzerne Strebe ins Wasser 9 F. tief
abhing. Gleich am Morgen traf ein zweiter, noch stär
Schlag den Ableiter und gab eine solche Erschütterung
Wasser, dafs durch das Fortschleudern des Schiffes meh
Passagiere umgeworfen wurden, einige Glieder des Able
schmolzen, so dafs viele Tropfen des glühenden Eisens h
abfielen und bedeutend tief einbrannten, ungeachtet das V
deck durch den Regen benetzt und mit einigem Hagel üb
schüttet war. Auch diesesmal wurde keiner von den Pa
gieren verletzt, aufser ein Zimmermann, welcher einen e
nen Bohrer hielt und eine mehrere Wochen sichtbare A
schwellung seiner Hände davon trug. Beim Ausbessern
Schiffes im Hafen fanden sich einige Planken losgerissen,
das Holz war unbeschädigt, dagegen waren alle Werkz
von Stahl, als die der Zimmerleute, die Messer und Gab
selbst die Sachen von Eisen und sogar alle Nägel des Sch
bleibend magnetisch gemacht, die Uhren standen sämmtl
still oder waren unbrauchbar wegen des starken Magnetis
ihrer Theile von Stahl und ganz gegen die Art der Wirku
der künstlichen Elektricität zeigte der obere Theil des Bli
ableiters starke nördliche Polarität. Der Magnetismus ein
eiserner und stählerner Geräthschaften stimmte mit der Richtu
in welcher befindlich sie vom Blitze getroffen worden wa
überein, bei andern war aber ein solches Verhältnifs gar nic
vorhanden. Bei einigen Magnetnadeln waren die Pole umg
kehrt, andere hatten mehrere Pole, so dafs man sich auf ih
Anzeigen nicht mehr verlassen konnte.

2) *Feuerkugeln* gehören zur gemeinsamen weitläufige
Classe der Feuermeteore und ihre Beobachtung, ebenso wie d

Digitized by Google

ische Ursache ihrer Entstehung, gehört in das Gebiet der orologie.

3) *Glatteis* oder glatteisender Regen ist eine bekannte einung. Beiden sind eigene Artikel gewidmet.

4) *Hagel.* 99) In der ausführlichen Untersuchung dieses ometeors ist S. 35 ein Irrthum zu berichtigen, welchen rz[1] aufgefunden hat. Aus NICOLAI's Samml. von Anekdo- iber FRIEDRICH DEN GROSSEN geht nämlich hervor, dafs ft erwähnte Hagelwetter zu Potsdam im Jahre 1767 gar statt gefunden hat, sondern weil dem Könige gesagt e, man rede in Berlin viel von einem bevorstehenden ge, liefs er eine Beschreibung jenes starken Hagelwetters ide Berliner Zeitungen aufnehmen, um Stoff zur Unter- ng zu geben, und da die von Potsdam eingehenden Wi- gungen nicht aufgenommen wurden, hat sich die Sage n bis auf die neuesten Zeiten erhalten. Mehr begründet ie Nachricht von einem starken Hagelwetter am 2. Juli , wobei Hagelkörner 1 Pfund schwer herabgefallen seyn n[2]. In Indien, zu Hurreechundurghur unter 31° 57′ N. B. in einer Höhe von 3943 engl. Fufs, fällt nach SYKES[3] t selten während der Stürme Hagel, dessen Körner 1 Zoll chmesser und darüber erreichen und meistens aus klarem mit einem kleinen Sternchen und vielen von diesem aus- nden Strahlen bestehn. Sogar in Südafrica unter 31° 30′ und 24° östl. Länge v. G. erlebte BURCHELL[4] am 13. 19. März heftige Hagelwetter, wobei der Hagel bis zum nden Tage unter dem Gebüsch liegen blieb und das Ther- eter nach Schätzung bis nahe auf 0° C. herabging. Dort es im April noch Nachtfröste, auch fällt zuweilen 2 Fufs r Schnee, was nur daraus erklärlich wird, dafs dort die pitze von Africa ihre gröfste Höhe hat. In Brasilien ist Hagel selten und besteht allezeit aus Würfeln mit abge- pften Ecken von der Gröfse eines Taubeneies[5]. Diese

---

Meteorologie. Th. II. S. 501.

Correspondenzblatt des würtemb. landwirthschaftl. Vereins. 1831. XIX. 3. 9.

Phil. Trans. 1835. p. 190.

Reisen. Th. II. S. 175 ff.

FREYCINET Voyage. T. I. p. 93.

Digitized by Google

abnorme Gestalt ist übrigens ungleich leichter erklärbar was A. Jones[1] zu Augusta Georgia in America unter 3 N. B. und 89° 15′ westl. L. von G. bemerkt haben will nämlich die Hagelkörner einen mit Luft erfüllten Raum nern hatten. Auch v. Hoff[2] sah am 27. Juli 1834 zu Hagelkörner von abnormer, eckiger Gestalt, eine Beschr vieler auffallend verschieden gestalteter Hagelkörner e aber die Nachricht, welche D. L. Cosari[3] über das fu bare Hagelwetter am 26. Aug. 1834 zu Padua mittheilt. eine Classe der Hagelkörner bestand aus flachen, unreg fsigen Eiskörnern, deren einige eckige Platten von etwa Dicke bildeten. Auf der einen, fast ebenen und durchs gen Fläche derselben zeigten sich dünne Lagen, theils g theils krumme, welche abwechselnd durchsichtig oder durchscheinend waren. Auf der andern Fläche safsen stalle von durchsichtigem Eise, von der Gestalt eines tigen Prisma mit einer schmalen Seite im Verhältnifs zu drei andern, bis 1,5 Zoll lang, die Länge eines ganzen von einer Spitze bis zur andern betrug zwischen vier u Zoll. Andere Hagelkörner hatten die Gestalt elliptischer runder, etwas convexer Scheiben, von einer rauhen Ob che mit vierseitig prismatischen Krystallen, und bestanden fsen Theils aus concentrischen, theils durchsichtigen, undurchsichtigen Lagen mit einem opaken Nucleus in der ihre Gröfse betrug von 1,5 bis 4 Zoll. Noch andere Eisstücke endlich bestanden aus durchsichtigem Eise mit dickeren Rande, welcher in Folge wechselnder Lagen St zeigte, von rauher Oberfläche, mit einem undurchsich Kern, welcher zuerst wegschmolz, so dafs dann ein übrig blieb; ihr Durchmesser betrug von 1,5 bis 3 Zoll. zweite Classe bestand aus runden Körnern. Einige von sen zeigten einen Nucleus mit umgebenden Lagen theils d sichtigen, theils undurchsichtigen Eises, wovon die er dünner waren, als die letzteren, was man vorzüglich Zerschlagen wahrnahm, auch lagen sie zuweilen unord

1 Silliman Am. Journ. T. XXIII. p. 35.

2 Kastner Archiv. Th. IX. S. 23.

3 Aus Annali delle Science del Regno Lomb. Veneto. Nov. 1834. in New Edinb. Phil. Journ. N. XXXVII. p. 83.

Digitized by Google

einander, oft dagegen gingen sie strahlenförmig vom Mit-
ncte aus, im Ganzen hatten diese einen Durchmesser von
3 Zoll. Andere hatten eine fast vollkommen kugelför-
Gestalt, mit einem Kern und wechselnden concentri-
Kreisen. War ihr Durchmesser nicht gröfser als 1,5 Z.,
tten sie nie weniger als sieben und nie mehr als neun
, die äufsere war stets durchsichtig und dicker als die
n durchsichtigen; war aber der Durchmesser kleiner als
Zoll, so betrug die Zahl der Lagen drei oder fünf. Im
n betrug der Durchmesser von 9 Linien bis fast 4 Zoll.
e dieser letzten Körner hatten auf ihrer Oberfläche durch-
ge, nicht über 2 Lin. grofse hexaedrische Krystalle, an-
von weniger als einem Zoll Durchmesser, waren äufser-
glatt und schlossen einen nicht lagenförmig gebildeten
ein, noch andere endlich, und zwar die zahlreichsten
llen Varietäten, von 1 Zoll Durchmesser, schlossen Luft-
in sich, die bei genauer Untersuchung von einem so
Netze umgeben waren, dafs das Ganze durchsichtig
. In manchen Hagelkörnern war der Nucleus weich,
ndern sehr hart, und zwar in den kleinen meistens am
sten, auch waren sie von ungleichem specifischem Ge-
te, indem einige mehr, andere weniger aus dem Wasser
ragten. Merkwürdig ist noch die Beobachtung, dafs keins
Hagelkörner aus mehreren zusammengebacken sich zeigte,
selbst bei den sehr unregelmäfsig gestalteten ging dieses
er Art der Lagerung der einzelnen Schichten deutlich
. In machen Hagelkörnern wollte man Bruchstücke von
, kohlensaurem Kalke und Ziegelbrocken gefunden ha-
llein Cosari meint, diese seyen beim Auffallen hinein-
men, gewisser war, dafs einige eine sandartige Materie
lossen, deren Beschaffenheit aber leider von niemand ge-
ntersucht wurde. Cosari selbst fand nur zwei Ex-
e dieser Art; in dem einen befand sich die Substanz
hr geringer Menge genau in der Mitte, bei dem andern
er Nucleus etwa 0,3 Zoll grofs, hatte eine aschgraue
nd gab eine so geringe Menge eines graulichen Pul-
dafs es kaum das Leinen färbte, worauf es gebracht
. Mit einer stark vergröfsernden Loupe besehn waren
örnchen von ungleicher Gröfse, wovon die gröfsten
zgrauen vom Magnete angezogen wurden. Er hielt die

Digitized by Google

Substanz für Eisen mit Nickel; doch dürfte sie wohl vul
sche Asche gewesen seyn.

Vorausgesetzt dafs alle diese Angaben vollkommen r
tig sind, so gehört dieses Hagelwetter allerdings unter
merkwürdigsten Meteore seiner Art, weil so viele Formen
Hagelkörner vereint darin vorkamen, die sich sonst nur
zeln zu zeigen pflegen. Solide flache und eckige Eiss
sind übrigens keine absolute Seltenheit. Aufser den be
angeführten Beispielen ereignete es sich auch am 9. Aug.
zu Horsley in Staffordshire, dafs Eisstücke von 3 Zoll L
1 Z. Breite und 3 Z. im Umfange in grofser Menge hera
len und beträchtlichen Schaden anrichteten[1]. Unter die
merkwürdigen Fälle gehört das am 3. Aug. 1827 zu Mast
beobachtete Hagelwetter[2], wobei die Form der Hagelk
um so mehr hier bemerkt werden mufs, als sie mit der d
Delcros beobachteten eine auffallende Aehnlichkeit hat
demnach zu der von diesem geäufserten Folgerung zu ber
tigen scheint. Die begleitenden Phänomene waren gena
wie sie bei schweren Hagelwettern in der Regel zu seyn p
gen, die Hagelkörner hatten 26,6 Lin. im Durchmesser
einige waren sogar noch gröfser, die meisten beinahe ku
förmig, andere mehr oder weniger abgeplattet und zu
zweimal so lang als breit, die Oberflächen der grofsen mit
wüchsen bekleidet, deren einige 4 Lin. hervorragten, die
kleinen waren glatt. Inwendig enthielten sie eine Reih
abwechselnd durchsichtigen und undurchsichtigen Kugelsch
ten, meistens regelmäfsig concentrischen, die bei einig
gleichen Zwischenräumen von etwa 0,5 Lin. auf einander l
ten, bei andern ungleich vertheilt waren, indem die dur
sichtige Eisrinde zuweilen 0,4 Zoll dick war. Zugleich zei
sich bei den grofsen eine Art strahlenförmigen Gefüges, w
ches vom Mittelpuncte ausging. Aufser diesen gröfseren H
gelkörnern fiel eine weit beträchtlichere Menge kleinerer, w
Fig. zwar in drei Folgen, jene zuerst, diese nachher; die gr
268. sind im Durchschnitte gezeichnet, die kleineren gleichen
u.
269. nau Sectoren und führen zu der von Delcros ausgesproche

1 Edinburgh Journ. of Science. N. XVIII. p. 354.

2 Quetelet Correspondance math. et phys. T. III. p. 95. Po
gendorff Ann. XVI. 383.

fs sie Bruchstücke der gröfseren sind, so we-
greift, wo und durch welche Ursachen ein
n statt finden könnte, es sey denn, dafs die
u durch die schnelle Bildung derselben auf
ng bis jetzt entgangene Weise gegeben würde.
uht aber diese Zerplatzung auf einer unrich-
der wahrgenommenen Formen, wie aus dem
zugehn scheint.

Beschreibung der verschiedenen Hagelkörner,
ANN[1] beobachtete, scheint mir deswegen hier
werth, weil sie ziemlich vollständig die mei-
kommenden Gestalten enthält und zu einer
er die Art ihrer Bildung führt. Das Gewit-
sen Hagel brachte und sich dadurch von an-
, dafs es einigen an demselben Tage voran-
e, statt dafs die Hagelwetter in der Regel vor-
n, zeichnete sich noch aufserdem dadurch
er Absätzen zunehmend gröfsere Hagelkörner
dafs in der Regel die ersten am gröfsten zu
ie zuerst fallenden waren die kleinsten und
meinen, wie die Zeichnung angiebt, einem Fig. 270.
n Kegel, auf einer Halbkugel aufsitzend. Das
war trübe und hatte in der Spitze einen Kern,
nen einer kleinen Graupel glich, die Halbku-
and aus klarem Eise. Bei andern Körnern,
Anzahl gefunden wurden, war die Form einer
ten, ziemlich flachen Linse gleich, an deren
r Kern mit umgebenden, halb ausgebildeten
Die beim zweiten Beginnen fallenden Körner
iche Gestalt, waren jedoch beträchtlich gröfser, Fig. 271.
ich um den Kern eine bis zwei Reihen unvoll-
peln. Bei diesen Körnern war diese Gestalt
ie nämliche, nur gingen einige fast in die Ku-
die Eiform über, stets aber safs die Graupel
, nur wenige waren mifsgestaltet, gekrümmt,
ung angiebt. Der Anblick dieser Figuren macht Fig. 272.
heinlich, dafs die von DELCROS und andern
en Sectoren solche Körner mit einem undeut-

[1] rfl Ann. XXVII. 362.

lichen, nur kleinen Kerne an der Spitze waren, deren B
rung dann ohne die Voraussetzung eines naturwidrige
platzens keiner Schwierigkeit unterliegt. Beim dritte
schnitte des Hagelns waren die Körner abermals gröfs
stens kugelförmig, einige jedoch wie Linsen gestaltet,
aber mit dem Kerne an der einen Seite, auch wurden
ter mifsgestaltete gefunden, und alle Arten hatten zu
eine mit Luftblasen versehene Schicht. Beim vierte
schnitte fielen die gröfsten, meistens runden, selten lin
migen Hagelkörner, deren einige aussahn, als seyen m
kleinere Hagelkörner von einer umgebenden Eismasse
schlossen. Merian[1] ist der Meinung, die hier ange
Form der Hagelkörner, wonach der Kern sich an der
befindet, sey die gewöhnliche und bezeichne den Ur
derselben, sofern die aus strahligen Theilen gebildeten
peln beim Herabfallen am untern Theile neue Eisk
ansetzen, die unregelmäfsige Gestalt derselben, und da
Kern sich in der Mitte befinde, rühre vom Winde her,
cher die Körner umdrehe und ein Ansetzen neuer La
allen Seiten zur Folge habe, auch streite jene regelm
Gestalt gegen die Theorie Volta's.

101) Auch die Beschreibung des starken Hagelw
welches am 21. Mai 1828 um 6 Uhr Abends im Depart
du Gard eine Strecke etwa 800 bis 900 Meter brei
41750 Meter lang verwüstete, bietet einige wichtige Mo
dar[2]. Einige der herabfallenden Körner hatten die Grö
ner geballten Faust; ein Beobachter wog zwei zufälli
gefafste und fand das eine 153 Gramm (5 Unzen), da
dere 130 Gramm (4,25 Unzen) schwer. Die gröfsten
auf der Aufsenseite mit stumpfen Krystallen von der
des äufsersten Gliedes am kleinen Finger überdeckt w
hielten hierdurch das Ansehn solcher Kalkspathdrusen,
man Schweinszähne nennt. Im Allgemeinen war die
Schale der Hagelkörner durchsichtig, in ihrem Innern
war ein weifslicher Kern von zwei Centimeter Durchm
aber in den zerschlagenen Stücken nicht weich, sondern

1 Biblioth. univ. 1836. T. I. p. 147.

2 Bibliot. univ. T. XXXIX. p. 51. Hertha Th. XII. S. 109.
Chim. Phys. T. XXXIX. p. 425.

Digitized by Google

gen, welche einige Zeit auf der Erde gelegen hatten, hierdurch auf der obern und untern Seite abgeplattet gten die den Kern umgebenden concentrischen Kreise. Kleinere waren unregelmäfsig gestaltet, alle fielen ohne Merkwürdig durch die Menge des herabgefallenen und die ungewöhnliche Gröfse der einzelnen Körner Gewitter am 14. Sept. 1828 zu Tarragona Morgens Uhr, worüber Jaubert de Passa[2] der Akademie ei- freuen Auszug aus dem Berichte an das Gouvernement lte. Zwei Gewitter vereinigten sich, der Blitz zündete Stadt, zuerst fiel etwas Regen und dann erst kleinerer worauf aber anderer von ausnehmender Gröfse folgte. inzelne Körner von 3 bis 4 Unzen, aber unter diesen ige von 3, 4 und selbst 5 Pfund (*de* 3, 4, 5 *y mas de peso*[3]) wurden gefunden und mehrere hatten die ner Menschenkopfes. Der begleitende Sturm hob Dä- und warf verschiedene Schornsteine herab, der Zer- auf Feldern und in Weinbergen nicht zu gedenken. trophe dauerte nur etwa 20 Minuten und es wur- ere Menschen stark beschädigt, obgleich es am Sonn- wo sie sich meistens in Häusern oder in der Kir- Man wollte als aufsergewöhnlich bemerkt ha- vor dem Gewitter viele Dünste von der Erde in die gen und dafs es während des Hagelns gar nicht Die Körner waren in der Regel von einer rauhen, Oberfläche, einige schlossen einen Kern von Eisna-

einigen Gegenden herrscht der Glaube, der Hagel mache Pflanzen durch eine Art von Vergiftung krank, wes- an dem eben genannten Orte Bedenken trug, mit den be- Maulbeerblättern die Seidenraupen zu füttern. Dieses Vor- von Toaldo her, welcher behauptete, der Hagel ent- die durch den begleitenden Regen weggespült würden, dadurch der Hagel einen Theil seiner schädlichen Wirkung Berthollon dagegen glaubte, der Hagel mache wegen der Elektricität die Bäume fruchtbarer und die Felder ertrag-

Ann. Chim. Phys. T. XXXIX. p. 427.

Die Libra enthält 16 Onzas oder 460,086 Gramme. Will man nach Medicinalgewicht nehmen, so enthält die Libra doch 345 gr. S. *Mafs.* S. 1389. Auf jeden Fall ist die angegebene Grö- unglaublich.

deln oder leichteren Schneeflocken ein und bestanden a
gen von ungleicher Dichtigkeit.

Von grofser Wichtigkeit sowohl rücksichtlich des
mens des Hagelns überhaupt, als auch der Theorie de
gelbildung ist die Erzählung, welche Lecocq[1] über
ihm am 28. Juli und 2. Aug. 1835 beobachteten Meteo
theilt, wodurch die Gegend um den Puy de Dome ver
wurde. Der Hagel fiel am ersten Tage aus einer schn
wegten Wolke und hatte eine sehr schräge Richtung in
eines ihn heftig treibenden Windes. Die sogleich nac
Fallen aufgesuchten Körner hatten im Allgemeinen die
eines Taubeneis, einige aber erreichten die der Eier eine
schen Huhns; das Gewicht der gröfsten betrug nur 4
man will jedoch solche von 5,5, auch von 8 Unzen, j
von mehr als einem Pfunde gewogen haben, allein L
glaubt selbst, dafs mit Weglassung der Uebertreibungen
zen das gröfste Gewicht gewesen seyn möge. Die
hatten in ihrer Mitte ein Graupelkorn als Kern, um w
die Schichten des klaren Eises gelagert waren; ihre
war im Ganzen oval und beide gleiche Enden hatten
rer Oberfläche warzenartige Erhöhungen, deren viele sehr
liche Krystalle aus sechsseitigen Säulen mit sechsseitige
miden von 8 Lin. Höhe bildeten; doch waren bei de
sten die Ecken weggeschmolzen und so Kegel entstande
eingezogenen Nachrichten ergab sich, dafs die Hagelwo
dem Meere entstanden war, einen Theil der Insel Ol
wüstet, dann mit verschiedener Gröfse der Körner und
mit Unterbrechung des Hagelns in einer Richtung von
nach Ost in 4,5 Stunden einen Weg von 90 Lieues
gelegt hatte. Am nämlichen Tage wurden später noch
Districte durch verschiedene Hagelwolken leichter ver
die vom grofsen Hagelschauer getroffene Gegend hatte
den Enden die Breite einer halben Lieue, in der Mi
war sie ungleich breiter. Der Hagel dauerte nirgends
als eine halbe Stunde und es folgte nur wenig Regen.
merkt zu werden verdient noch, dafs auf dem Gipfel de
de Dome kein Hagel fiel, wohl aber auf dem kleinen P
Dome in einer Höhe von 1200 Meter, wo die Körner

1 Ann. Chim. Phys. T. LXI. p. 206.

len Krystallen bekleidet waren und sehr schnell in ei-
serst kalten Luftschicht bewegt wurden. Blätter und
, durch die Gewalt des Hagels zerschmettert, fanden
ht höher als 800 Meter. Weil in den nächsten Ta-
ch mehrere Gewitter folgten, so begab sich Lecocq
ag. auf den Puy de Dome, sah dort viele Wolken von
nd andere höhere von Westen herkommen, von de-
ge der ersteren starke Regen brachten. Später häuf-
westlichen Winde starke Wolkenmassen auf, es er-
Blitze, aber nie schlug einer durch den Raum zwi-
eiden Wolken, sie waren alle in der unteren Wolke,
ich auch der Hagel bildete, dessen Körner nach allen
geworfen, im Allgemeinen aber durch den Südwind
getrieben wurden. Der Wind wurde sehr heftig und
end kalt. Die untere Wolke liefs in der Entfernung
Regen fallen, welcher aber in der Luftschicht unter
wieder aufzulösen schien, und damit endigte das
el. Nach dem Herabsteigen auf den Puy-de-Gaules
einem sehr kalten Südwinde abermals eine Wolke,
cher gleichfalls Hagelkörner, wie kleine Nüsse, her-
. Die Wolke war über seinem Haupte, allmälig ver-
sich die beiden Wolkenschichten, weil der kalte
nd die Oberhand behielt, und es hagelte noch einige
is gegen Abend. Hierdurch ist also wohl die Theo-
ra's genügend widerlegt und die heftige Kälte des
den Windes bestätigt sehr die neuerdings über dieses
en aufgestellten Ansichten.

er die fabelhaften Nachrichten gehört die von Olm-
rwähnte, dafs während des Krieges, welchen Lud-
l. im Jahre 1510 in Italien führte, nach einer Finster-
kler als die Nacht 100 ℔. schwere Hagelkörner her-
; auch zieht G. Rose[2] den meteorischen Ursprung der
schen und leucitoedrischen Schwefelkiese in Zweifel,
ler Nähe von Orenburg in Hagelkörner eingeschlossen
allen seyn sollen[3] und nach Hermann's Analyse aus

---

dinburgh New Phil. Journ. N. XVIII. p. 244.
oggendorff Ann. XXVIII. 578.
. *Hagel.* Bd. V. S. 39. Vergl. Kastner Archiv Th. IV. S. 196.
orff Ann. VI. 3.

Digitized by Google

90,02 Eisenoxyd und 10,19 Wasser bestehn. Rose m
aus seinen zu Orenburg angestellten Erkundigungen, d
nes der Körner in einem Hagelkorne eingeschlosse
wurde, vielmehr fand man sie nach einem heftigen Ha
ter auf einem Acker, wo sie vorher nicht gesehn worde
und da ihre Beschaffenheit nicht auf meteorischen Urspr
tet, sie vielmehr blofs für umgewandelte Schwefelkiese
ten sind, so mangelt der Folgerung, dafs sie mit dem
herabgekommen seyen, die gehörige Begründung.

102) Die Nachrichten von nächtlichen Hagelwette
nen durch die von Kämtz[1] gesammelten Berichte a
deutend vermehrt werden. Dieser erlebte selbst in de
vom 16. Juli 1829 zu Halle nach einem Gewitter a
ein zweites mit Hagel, auch beobachtete Hasselq
nächtliches Hagelwetter auf seiner Reise nach Pal
Péron[3] in der Nacht vom 14. zum 15. Juni 1802 an der K
Neuholland. Maternus von Cilano[4] hat eine M
spiele gesammelt, von denen ich blofs diejenigen a
die der Nacht und nicht dem Abende zugehören.
Scheuchzer ereignete sich ein nächtliches Hagelwe
Montage vor Oswald 1449 um 10 Uhr Abends zu Ba
anderes am 21. Juni 1574 um Mitternacht im Magenth
bei die Körner die Gröfse der Hühnereier erreichten, a
eins am 14. Juli 1597 um Mitternacht, welche im E
burger Amte des Luzerner Gebietes alle Früchte so z
dafs keine Sichel auf das Feld kam. Maternus von C
erwähnt noch folgende Fälle: am 14. Juli 1719 zu Tri
schen 11 und 12 Uhr Nachts; am 25. Juli 1723 zu N
gegen 10 Uhr Abends; am 24. Mai 1725 des Nachts z
ries mit vielem angerichteten Schaden; am 11. Febr. 17
4 Uhr Morgens zu Altona und ebendaselbst am 23. Mä
um 5 Uhr Morgens. Zu dieser nicht geringen Zahl fügt
noch diejenigen Fälle hinzu, die er aus den M
Ephemeriden gesammelt hat und deren Zahl, wie e
durch genaueres Aufsuchen sich leicht verdoppeln liefs

1 Meteorologie. Th. II. S. 508.
2 Dessen Reise. S. 17.
3 Voyage. T. I. p. 341.
4 Hamburger Magaz. Th. XVII. S. 97.

es jedoch besser, diejenigen Nachrichten wegzulassen, in
von nächtlichem Hagelwetter im Winter die Rede ist,
dieses waren ohne Zweifel Graupeln, die bei Nacht gar
ungewöhnlich sind. Zu Würzburg fiel Hagel in der
vom 19. zum 20. Sept. 1781 und vom 21. zum 22.
1783. Unter den mehreren Angaben aus Rom scheint
nur die vom 5. April 1785 um 6 Uhr Morgens und vom
Mai 1786 um 4 Uhr Morgens auf eigentlichen Hagel sich
ziehn. Ferner fiel Regen mit Hagel zu Andex in der
des 18. Aug. 1785 um 2 Uhr Morgens, zu München in
Nacht vom 4. zum 5. Juli 1788 und zu Rochelle in dem-
Jahre am 13. Juli um 5 Uhr.

103) Einige neuere Untersuchungen über das wichtige
dem einer genügenden Theorie der Hagelbildung ver-
hier noch erwähnt zu werden. Olmsted[1] setzt
, dafs auf gleiche Weise, als dieses bei Meeresströ-
gefunden wird, auch Luftmassen von ungleicher Tem-
sich fortbewegen können, ohne ihre Wärme zu
oder durch die Umgebung erwärmt zu werden.
daher Luftströme aus den Polargegenden südlich strö-
aus der Aequatorialzone sich nach Norden be-
, so werden sie nahe an der Oberfläche der Erde sehr
ihre eigenthümliche Wärme ändern, in gröfseren Höhen
ihre Temperatur beibehalten. Begegnen sich dann
solche Ströme, so wird der in dem einen enthal-
Wasserdampf schnell abgekühlt und in Eis verwandelt
Angenommen zwei solche Ströme, der eine aus 50°,
andere aus 30° der Breite, begegneten einander bei einer
schwindigkeit der Bewegung von 15 geogr. Meilen in einer
unter 40° der Breite und in einer Höhe von 10000
Fufs, so läge die Region, von welcher der Südwind
, noch 2000 Fufs unter der Grenze des Nullpunctes,
des Nordwindes dagegen 4000 Fufs darüber; die Kälte bei
Vereinigung wäre also hinreichend zur Erzeugung von
und zur Abkühlung des entstandenen bis zu einem Käl-
, dafs sich der Dampf aus den unteren wärmeren Schich-

[1] Silliman Amer. Journ. of Sc. T. XVII. N. 1. p. 1. Edinb.
Phil. Journ. N. XVIII. p. 244. Schweigger-Seidel Neues Jahrb.
I. S. 154.

Digitized by Google

ten darauf absetzen und gleichfalls gefrieren könnte. In äquatorischen Zone, wo die Wärme mit der Höhe lan abnimmt, kann der Hagel nur auf hohen Bergen erzeugt den, in der Polarzone aber, wo der Dampfgehalt so g ist, mufs der grofse Hagel gänzlich fehlen.

104) Diese Hypothese hat allerdings etwas Plausible ist jedoch rücksichtlich des Hauptprocesses ein Umstand weder ganz übersehn oder nicht ins Einzelne verfolgt wo Eine solche einander entgegengesetzte Strömung von Luftschi und obendrein von solcher Mächtigkeit, dafs die enorme M des als Eis herabfallenden Wassers als Dampf darin vor den seyn könnte, ist ohne ein Ausweichen der verdrä zwischenliegenden Luftmassen unmöglich, und wenn die durch nothwendig werdenden Bedingungen zur genauen tersuchung kämen, so würde der ganze Procefs dadurch andere Gestalt gewinnen und vermuthlich unstatthaft ers nen, aus welchem Grunde jedoch eine Widerlegung für noch unzeitig ist. Auch Idelер[1] hat versucht, den Pr der Hagelbildung zu erklären. Zuerst zeigt er, dafs G Lussac's[2] Erklärung, wonach die Hagelbildung durch die mestrahlung von der oberen Fläche der Wolke verursacht de, eigentlich etwas unbestimmt sey, da es genau genom keine Oberfläche der Wolke gebe, dafs sie aber im Wese chen mit der von Volta übereinkomme und daher auf che Weise unzulässig sey, weil die Masse der dort ver denen Dunstbläschen gar nicht genüge, um durch Ver pfung die erforderliche Kälte zu erzeugen. Gegen die L. v. Buch aufgestellte Theorie wendet er ein, dafs es dem Aequator nicht hagelt, was aus ihr ebensowenig er bar sey, als der nächtliche Hagel. Da es ferner auf Be selten hagelt, so müssen die Hagelwolken sehr niedrig nach Brandes[3] etwa 3000 Fufs hoch, und dann sey Zeitintervall zu gering, als dafs während des Fallens die kannten dicken Körner entstehn könnten. Nach Idelер's fänglich aufgestellter Theorie beruht die Hagelbildung hau sächlich auf dem Wechsel der Elektricität. Jeder von

1 Poggendorff Ann. XVI. 499.
2 V. Humboldt Voy. aux rég. équinoct. T. VI. p. 352.
3 Beiträge zur Witterungskunde. S. 359.

Digitized by Google

sich losreifsende Körper soll nach Erman's bekannten suchen — El. annehmen und daher sollen die Wolken ür elektrisch seyn, während die sie umgebende Luft po- elektrisch ist. Erfolgt dann durch irgend eine Ursache Niederschlag, so wird — El. frei, bindet die + El. der , und hieraus entsteht das Wetterleuchten; zugleich wird s frei, welche dann einen Theil des bereits niedergе- enen Wassers zur Verdunstung bestimmt, und wenn s nicht genug Wärme vorhanden ist, so entzieht ein der verdunsteten Wassermenge einer andern ihre Wär- wodurch dann Hagel entsteht. Der erzeugte Dampf er- + El., da alle El. neutralisirt ist und das umgebende m — El. hat, steigt in die Höhe, bildet eine neue l und wird wieder niedergeschlagen. Weil dann der ste Regentropfen — El. hat und beim plötzlichen Ge- nicht sogleich ganz in Eis verwandelt wird, so erhält wegen seiner — El. oscillirend in der Luft und ge- sich so zum Hagelkorn.

Die Hypothese, obgleich sie durch viele eingewebte That- unterstützt ist, konnte nicht wohl den Beifall der erhalten, weil sie überall zu wenig begründet Erman's (und ebenso Biot's) Versuche beweisen aller- dafs ein Körper, wenn er sich weiter von der positiv Spannung zeigenden Erde erhebt, eine geringere Spannung müsse, allein daraus folgt nicht, dafs ein frei aufstei- Körper negativ elektrisch werde, da gar kein Grund nden ist, warum er die ihm inwohnende, durch die Be- ng der Erde angenommene Elektricität (wenn diese wirk- positiv und nicht 0 ist) in der isolirenden Luft abgeben negative aufnehmen sollte. Dieser Procefs ist nicht blofs gründet, sondern eigentlich unmöglich, und aufserdem bekanntlich der aufsteigende Wasserdampf positiv elektrisch, mit einem geringen und weit ausgebreiteten Ueberschusse positiver El., so dafs diese erst durch die in grofser Men- folgende Vereinigung des Dampfes zu Dunst und Was- merkbar zum Vorschein kommt, weswegen die Wolken in Regel positiv elektrisch sind, sehr leicht aber durch Ab- e eines Theils der frei gewordenen positiven Elektricität d eintretende Verdunstung wieder negativ werden können. rner wird bei einem Niederschlage von Dampf allerdings

Wärme frei, aber nicht mehr, als durch die Umgebung bedin
auf jeden Fall kann keine Wärme so weit frei werden,
sie benachbarte Wassertheilchen zur Verdampfung bringt
sonst unbegreiflich seyn würde, warum sie nicht vie
mit dem durch sie bereits gebildeten Dampfe in Verbi
bleiben sollte, noch viel weniger aber kann die freie W
eine bis zur Eisbildung gesteigerte Verdampfung bed
weil dieses mit ihrem Wesen geradezu im Widerspruche
Endlich wird man schwerlich geneigt seyn, das angenom
Oscilliren der bereits im Kleinen gebildeten Hagelkörn
zugestehn, denn eben dieses steht der Volta'schen Th
entgegen, die ohne diesen Einwurf nicht verworfen worden
würde.

105) Kämtz[1] stimmt im Allgemeinen der von mir
gestellten Theorie bei und unterstützt diese noch nach
mir mündlich mitgetheilten Aeufserung durch das Argu
dafs man in einem schwarzen Glasspiegel um das Son
selbst bei blofs milchiger Atmosphäre, kleine Höfe wahr
wie Newton[2] früher um die im Wasser gespiegelte S
beobachtete, welche dann die Anwesenheit kleiner Eis
chen in der oberen Atmosphäre beweisen, aus denen sich
Nucleus des Hagelkerns bildet. Das Aufsteigen der erw
ten feuchten Luftmassen bis zu unbestimmbarer Höhe
aus statischen Gesetzen nothwendig und ist durch viele
fahrungen bestätigt worden; bei jedem Niederschlage, wo
durch das Eindringen der kalten Luftmassen jener Reg
leicht entstehn kann, wird das Volumen der Luft durch
densirung des Dampfes vermindert, und so müssen wohl
selbst, ohne irgend eine hypothetische Voraussetzung, die
ren kalten Luftmassen nachstürzen, wie die begleitenden S
me und das schnelle Herabsinken der Wolken beweisen,
somit ist ohne Weiteres die zur Hagelbildung erforder
Erkaltung gegeben. Es scheint mir bei der Einfachheit
Sache und ihrer Uebereinstimmung mit allbekannten Thatsa
überflüssig, dieses noch weiter auszuführen. Wirklich ist a
Ideler[3] in einer diesem Gegenstande speciell gewidmeten

1 Meteorologie. Th. II. S. 532.

2 S. Art. *Hof.* Bd. V. S. 434.

3 Untersuchungen über den Hagel und die elektr. Erscheinu
in unserer Atmosphäre. Leipz. 1833. 8.

ten Schrift der Hypothese ganz beigetreten, indem er zu- sich seine eigene für ungenügend erklärt. Dabei scheint es ganz unnöthig zu seyn, auf die zusammengesetzteren Mit- einer Erzeugung von Kälte durch Verdunstung überhaupt gehn, denn sicher wird der Hagel in Wolken oder min- ens in den trüben, ein milchiges Ansehn gewährenden ichten der Atmosphäre erzeugt, die eben hierdurch schon Uebersättigung mit Dampf und somit die Unmöglichkeit r starken Verdampfung anzeigen. So gut aber ohne Ver- ungskälte durch Mengung kalter Luftmassen mit wärme- sofort Schnee gebildet wird, wie L. v. Buch so klar gewiesen hat, kann doch durch einen energischen Pro- , welcher sich in seinem Uebergange durch Graupelwetter lich ankündigt, auch Hagel gebildet werden, was ohnehin so weniger zu bezweifeln ist, je deutlicher die furchtba- begleitenden Stürme und die meistens nachfolgende au- rordentliche Kälte anzeigen, wie empfindlich kalt die in die ten und warmen Luftschichten gewaltsam herabstürzen- Luftmassen aus Höhen seyn müssen, deren scharfe Be- ung schwerlich so bald schon zu erwarten steht. Es mir daher, dafs die Schwierigkeiten der Lösung die- chen Problems nur künstlich herbeigeführt werden, in der Sache selbst gegründet zu seyn.

5) *Höfe* um Mond und Sonne gehören gleichfalls, und als vorzüglich wichtig, in das Gebiet der Meteorologie; gen möchte ich die Irrlichter nicht dazu rechnen, weil den Beschreibungen nach nicht sowohl in der Luft schwe- als vielmehr dicht über der Erde und aus letzterer auch Ursprung zu nehmen scheinen.

6) *Nebel.* Sie werden am zweckmäfsigsten in feuchte trockne abgetheilt; beide Classen sind sowohl hinsichtlich Erscheinungen, die sie darbieten, als auch der Theorieen, man zu ihrer Erklärung aufgestellt hat, ausführlich unter- worden. Der *Höhrauch* soll nach Witting[1] ein elektrisches fact seyn oder die Elektricität mindestens bei seiner Bil- eine bedeutende Rolle spielen. Es ist jedoch bereits ge- worden, dafs man der Elektricität zur Erklärung dieses

1 R. Brandes Archiv des Apotheker-Vereins im nördl. Deutsch- d. Th. XIX. S. 180.

Digitized by Google

Phänomens nicht bedarf. Dagegen gewinnt die ohne Zw einzig richtige Ansicht, wonach diese trocknen Nebel nichts deres sind, als durch heitere und trockne nördliche und n östliche Winde herbeigeführter, mehr oder weniger di Rauch von grofsartigen Verbrennungsprocessen, fortwäh mehr Anhänger.

7) *Nordlicht.* 106) Die Untersuchung dieses Meteors hört ganz eigentlich in das Gebiet der Meteorologie. In ihm gewidmeten Artikel ist hauptsächlich desjenigen ged welches am 7. Jan. 1831 an einer Menge von Orten s überraschenden Glanzes wegen beobachtet wurde. Eine ge Beschreibung der bei demselben wahrgenommenen Phäno durch Quetelet[1], welche seitdem bekannt geworden ist, dient der Vollständigkeit wegen hier erwähnt zu werden. die in neueren Zeiten seltener gewordenen Nordlichter seit jenem ungewöhnlich grofsen häufiger gezeigt haben ten, ist mindestens nicht gewifs, jedoch läfst sich kaum Sicherheit hierüber entscheiden, da es jetzt leicht Mittel gi die geschehenen bekannt zu machen, auf der andern Seite die gewöhnlichen selbst dieses Aufwandes kaum werth sch nen[2]. Am 13. März 1833 wurde ein Nordlicht zu C bridge gesehn, worüber Airy[3] berichtet, dafs es über e dunkeln Wolke entstanden sey, die einigen undurchsich schien. Von hier aus entwickelten sich dann die Streifen, fangs gekrümmt, mit der convexen Seite gegen West, n her gerade, und einige von diesen bewegten sich nach Bildung gen Westen, meistens vier bis fünf in Gesells

1 Correspond. mathem. et phys. T. VII. p. 56.

2 Dafs die Menge der Nordlichter früher bedeutend gröfser geht unverkennbar aus dem Cataloge hervor, welchen Toaldo bei Beschreibung des am 2. März 1780 zu Padua beobachteten gr Nordlichts mittheilt. Es wurden dort und in der Umgegend s bis 1780 jährlich wenigstens eins gesehn, aufserdem 2 im J. 17 im J. 1770; 2 im J. 1774; 2 im J. 1777; 9 im J. 1778; 18 im J. 17 und 4 im J. 1780. Für Italien ist dieses allerdings sehr viel, für nö lichere Gegenden nicht, denn Kupffer sah zu Petersburg im Ja 1830 Nordlichter am 24. Febr., 18. März, 5. Mai, 13., 17., 18., Sept., 18., 22. Oct., 8. und 15. Dec. S. Saggio di Padova. T. I. 178. London and Edinb. Phil. Mag. N. X. p. 263.

3 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. X. p. 315. Poggendorff A XXIX. 481.

mal fiel einer von diesen mit einem andern stillstehenden
immen, beide bildeten einen breitern und dieser be-
te sich dann weiter. Eine solche seitliche Bewegung sah
r auch am 9. Oct. 1830, allein ihre Richtung war nach
n. Nach 9 Uhr 30 Min. war blofs im Westen noch ein
ter Schein. Beachtung verdient die Bemerkung, dafs
Beobachter einen Zusammenhang dieses Nordlichts mit
Wolken wahrgenommen haben wollten. Am 21sten des-
n Monats und Jahres wurde zu Manchester, Edinburg
bis nach Irland ein Nordlicht gesehn, bei welchem Por-
[1] aus Messungen der Parallaxe die Höhe um 9 Uhr 11
= 142,84 und um 8 Uhr 57 Min. = 195,77 engl. Mei-
gefunden haben will, weswegen das Meteor bei seiner
hen Bewegung sich bedeutend senken soll; allein es ist
[2] gezeigt worden, wie unsicher solche Messungen sind.
18. Sept. desselben Jahres wurde abermals zu Manchester ein
es und sehr vollständig ausgebildetes Nordlicht beobach-
so dafs man hiernach schliefsen könnte, es gebe auf
Weise in gewissen Gegenden nordlichtreiche Jahre,
gewitterreiche giebt. Am 21. Dec. 1834 beobachtete
[4] zu Woolwich ein Nordlicht, welches sich nur
etwa auszeichnete, dafs es hauptsächlich aus zwei
Lichtstreifen zu beiden Seiten des Polarsterns bestand,
7 Uhr Abends beinahe ganz erloschen waren, von
er Zeit an bis 10 Uhr jedoch abwechselnd kleinere Strei-
heraufschossen. Dabei wird ausdrücklich bemerkt, dafs
Richtung der Strahlen dem astronomischen und nicht dem
netischen Meridiane parallel war, wie wohl meistens der
seyn mag, wenn die letztere Richtung nicht schon im
vermuthet wird. Auch das Nordlicht, welches eben
lbe am 18. Nov. 1835 zu Woolwich beobachtete[5], war
Beschreibung nach im astronomischen Norden, gleich weit
beiden Seiten vom Polarstern abstehend, und unterschied

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. XVIII. p. 422.
2 S. Art. *Nordlicht.* Bd. VII. S. 159.
3 Nach brieflicher Mittheilung von einem Bekannten und nach
tl. Blättern.
4 Lond. and Edinb. Phil. Mag. N. XXXIII. p. 230.
5 London and Edinb. Philos. Magaz. N. XLV. p. 134. XLVI.
256.

Digitized by Google

sich hauptsächlich dadurch von den gewöhnlichen M... dieser Art, dafs zu einer Zeit vom unteren Rande des ... bis zum Zenith, wohin es sich erstreckte, Wellen mit ... schreiblicher Geschwindigkeit hinströmten, die von einem ... dern Beobachter als ein sehr feiner Rauch, hinter ... sich ein starkes Licht befindet, beschrieben wurden. ... SON sah ebendasselbe auf dem Armagh-Observatorium ... einem kurzen Zwischenraume zeigten sich Wolken mit ... Regen; aus der Vergleichung beider Beobachtungen ... hervor, dafs dasselbe sehr niedrig seyn mufste, mehr ... gend ein bis dahin gesehenes. Am 22. Dec. 1834 sah ... ein schwaches Nordlicht zu Braunsberg in Ostpreufsen, ... gleiches am 27. Febr. 1835, ein gräfseres dagegen am ... des letzteren Jahres, wobei die Bemerkung beachtet ... den verdient, dafs nach dem Verschwinden desselben ... mel milchig schien und lange Wolkenstreifen sich ... Richtung des Meteors nach dem Zenith und über dasselbe ... auszogen, so dafs hiernach der vermuthlich nur selten ... tete und noch seltener berichtete Zusammenhang zwischen ... den Nordlichtern und streifigen Wolken sich stets ... ausstellt.

107) Den mehrerwähnten Zusammenhang zwischen ... lichtern und der Witterung fand ERMAN[2] in Sibirien ... tigt. Die Temperatur war zu Beresow vom 12. bis 24. ... 1828 auf die gewöhnliche mittlere von — 15°,5 herabge... gen und schwankte zwischen — 13° bis — 24° R., ... mit anhaltendem Südwinde eine ungewöhnliche Wärme ... — 2°,2 R. im Mittel folgte, die zwischen + 1° und — ... schwankte. Am 1. Dec. zeigte sich das erste Nordlicht. ... Einwohner prophezeiten daraus die Wiederkehr der ... und wirklich ging der Wind am 2. Dec. nach NW. und ... Kälte, die schon an diesem Tage bis — 10° herabging, ... Abende — 15°, und am folgenden Tage — 23° R. erreic... ERMAN meint, die NW. Winde könnten den Himmel ... nigt haben, um das Phänomen sichtbar zu machen, oder ... wechselnden Luftströmungen liefsen sich als begünstig... Ursachen desselben betrachten. Letzteres hat allerdings ...

---

1 Poggendorff Ann. XXXV. 378.
2 Reisen. Th. I. S. 600.

Digitized by Google

n auch nach Gewittern das Wetter sich zu ändern pflegt
e Aehnlichkeit zwischen diesen und Nordlichtern auch
eitig angedeutet worden ist.

8) In einer ausführlichen Abhandlung[1] eines Unge-
n werden einige zur Beschreibung der Nordlichter ge-
Thatsachen mitgetheilt, gröfserer Fleifs aber ist der Be-
ng einer neuen Theorie gewidmet, wonach das Phäno-
urch eine eigenthümliche Gasart, beleuchtet von den
enen und gespiegelten Sonnenstrahlen, erzeugt werden
Da schon der letzte Theil dieser Hypothese grofse
igkeiten darbietet, so ist der erste um so weniger zu-
als zur Annahme eines eigenthümlichen Gases, dessen
te in einfacher Form existiren und durch die gemein-
che Wirkung von Elektricität, Wärme und Licht ver-
werden sollen, gar kein Grund vorhanden ist. Ross[2],
r bei seinem langen Winteraufenthalte zu Bootia Felix
elegenheit hatte, das Phänomen selbst zu beobachten,
sich sehr, die ältere Hypothese zu vertheidigen, wo-
as Meteor durch Spiegelung des Sonnenlichtes vom Po-
e und von den dortigen Schneeflächen entstehn soll,
elcher man jedoch wohl mit Recht sagen kann, dafs sie
genügend widerlegt worden ist. Ein Geräusch will der-
einer anhaltenden, schon in England lange fortgesetz-
bachtungen ungeachtet nie wahrgenommen haben.

Regen. Dieser vorzüglich wichtige Gegenstand me-
ischer Beobachtungen ist zwar erst vor kurzer Zeit
r ausführlich untersucht worden, aber dennoch lassen
ht unbedeutende Nachträge hinzufügen. Dahin gehört
ndern die Bestätigung der Angabe[3], dafs es zuweilen
e Tropfen bei ganz klarem Himmel regnet. Arago[4]
ert dieses von v. Humboldt und Bercher gehört zu
die die Thatsache in den tropischen Gegenden beob-
; er selbst findet den Ursprung dieser Tropfen in Eis-
n, welche, in höheren Regionen erzeugt, in den tieferen

---

[1] Silliman Amer. Journ. of Science and Arts. T. XIX. p. 235.
[2] Narrative of a Second Voyage. Appendix p. 113. Edinburgh
[3] Journ. N. XXXVIII. p. 355.
[4] Art. *Regen.* Bd. VII. S. 1219.
Edinb. New Phil. Journ. N. XLI. p. 26.

Digitized by Google

schmelzen und, wie man dreist hinzusetzen kann, verg
werden.

109) Rücksichtlich der heterogenen Bestandtheile, w
zuweilen mit dem reinen Regenwasser vereinigt sind,
bemerken, dafs Boussingault[1] zu Riobamba Spuren v
petersäure darin fand, die auch Liebig darin entdeckte.
sterer leitet den Ursprung derselben von elektrischen E
sionen ab, obgleich es leichter seyn würde, ein Auf
dieser Säure von der Erde, wo sie in grofser Menge g
wird, anzunehmen. Ueberhaupt darf man sich wohl
wundern, dafs mineralische Substanzen von der Erde
hoben werden und im Regen wieder herabfallen, da
von *Vegetabilien* und selbst von *Thieren* sich nicht w
zweifeln läfst. So versichert Peltier einst in seiner
zu Ham ein schweres Gewitter erlebt zu haben, welch
len Regen und dazwischen eine Menge junge Kröten
die auf Dächer und Höfe herabfielen, in die vom Reg
ser gebildeten kleinen Bäche eilten und auf diese W
wieder verschwanden, mit Ausnahme einiger, die von
angegriffen und beschädigt schienen. Einige fielen dem
achter in die Hand, als er sie ausstreckte, um sich v
Gewifsheit der Thatsache zu überzeugen. Ein andere
spiel theilt Dümeril von einer Dame mit, die sie auf
Jagdparthie aus einer Gewitterwolke mit wenigem Rege
abfallen sah. Der ganze Proceſs dauerte ungefähr ein
telstunde. Dennoch glaubt Dümeril die Thatsache be
feln zu müssen und tritt der Ansicht von Redi bei, w
solche Thiere durch die Feuchtigkeit aus ihren Schlupfw
hervorgelockt werden sollen[2]. Inzwischen ist die Z
Augenzeugen in der That zu grofs, als dafs man beim
derspruche gegen sie beharren dürfte. Als solchen nen
Huard, welchem die kleinen Kröten (*crapauds*, ver
jedoch Frösche) im Juni 1833 zahlreich auf den Rege
fielen, Zickel, welcher dieses Phänomen im Jun
zu Burgos beobachtete, sowie Gayet im Sommer 179
Duparque im Aug. 1834. Uebereinstimmend hierm
Masson im J. 1820 nach einem Regen eine prodigieuse M

1 Ann. Chim. Phys. T. LVII. p. 180.
2 L'Institut 1834. N. 76.

r, etwa 10 Lin. langer Fische über eine Strecke von hr 400 Schritt ausgebreitet[1]. Prinsep fand einst einen in seinem Regenmafse, welches auf einer 5 Fufs hohen in seinem Garten zu Benares stand, auch wurde das allen vieler Fische zu Feridpoor am 19. Febr. 1830 aus lötzlich sich nähernden schwarzen Wolke nach einer ihm eilten Nachricht von Cameron durch obrigkeitliche Zeug- ttestirt[2]. Höchst merkwürdig ist aber die Substanz[3], h einem Schneefalle am Ende März 1832 auf den Fel- es Dorfes Kurianowa unfern Moskau eine Strecke von 100 Quadratruthen in der Dicke von 1 bis 2 und meh- ollen bedeckte. Sie war gelblich, elastisch wie Baum- nd brannte in diesem Zustande mit einer blauen Flam- einem Glase aufbewahrt schmolz sie aber zu einer lichen Masse. Hermann untersuchte sie chemisch, aus 61,5 Kohlenstoff, 7,0 Wasserstoff, 31,5 Sauer- sammengesetzt und nannte sie *Uranelain*, zugleich r an, dafs sie wohl aus ihren Bestandtheilen in der häre zusammengesetzt seyn möge; doch dürfte es schwer ohne nähere Kenntnifs der begleitenden Umstände eine ese über ihren Ursprung aufzustellen.

0) In Beziehung auf die Regenmengen sowohl an sich h hinsichtlich ihrer Abhängigkeit von den Jahreszeiten n hauptsächlich die periodischen Regen in Betrachtung, Kenntnifs durch die zahlreicher bekannt werdenden Be- er Reisenden zunehmend erweitert wird. Inzwischen die mitgetheilten Nachrichten nicht stets mit einander nnd es ist schwer, aus ihnen die regelmäfsigen mitt- genzeiten mit Sicherheit zu entnehmen, insbesondere r Aufenthalt nicht lange dauerte. Es bleibt daher vor d nichts weiter übrig, als die verschiedenen Angaben eln, um demnächst aus einer gröfsern Menge derse- Gesetze, denen die periodischen Regen an den ver- en Orten unterliegen, zunehmend gewisser festzustel- lach Mollien[4] beginnt zu Timbo am Senegal unter

bend. N. 77 u. 78.
ibl. univ. 1836. T. II. p. 159.
ggendorff Ann. XXVIII. 566.
eise in das Innere von Africa. Aus d. Franz. Weim. 1820.

Digitized by Google

10° N. B. die Regenzeit am Ende des Mai und dauert fast
Monate mit unterbrochenen heftigen Gewittern. Dafs die G
zen der Breite, bis wohin die eigentlichen periodischen R
reichen, sofern sie mit einer ununterbrochenen Trockenheit v
seln, nicht auf der ganzen Erde gleich sind, unterliegt
nem Zweifel. Zu Macao unter 22° 16′ N. B. war die Regenm
nach einem 17jährigen Durchschnitte im Jan. = 0,68 Z.
Febr. = 1,53 Z.; im März = 2,00 Z.; im April = 3,2
im Mai = 11,00 Z.; im Juni = 10,41 Z.; im Juli =
Z.; im August = 9,29 Z.; im Sept. = 10,25 Z.; im O
= 5,17 Z.; im Nov. = 2,31 Z.; im Dec. = 0,93 Zoll
Ganzen 66,03 Zoll[1]. Hier findet man allerdings ein b
tendes Uebergewicht des Sommers über den Winter, ode
nauer zwei Maxima, eins im Mai und Juni, ein ander
August und September, dagegen ein Minimum im Dec
und Januar, allein dennoch keinen eigentlichen absoluten
gensatz von Trockenheit und Regenzeit. Zu Rio de J
sollen nach Freycinet[2] die Regen im April und Ma
stärksten seyn, im Mittel aus acht Jahren aber 47 Z
Lin. Wasser geben; dagegen erzählt Luccock[3], dafs d
riodischen Regen im September mit heftigen Gewittern
gen und durch den Monat October fortdauern, wobe
schwüle und feuchte Luft leicht Krankheiten erzeugt.
letztere Angabe stimmt mehr mit der allgemeinen Regel
ein, wonach die periodischen Regen erst dann beginnen,
die Sonne ihren höchsten Stand bereits erreicht oder
schritten hat. Höher hinauf zu Fernambuco[4] unter 8°,5
fällt meistens im Januar 14 Tage lang heftiger Regen.
vom Juni bis Ende August ist die eigentliche Regenzeit.
September bis Januar ist es mit Sicherheit trocken, nic
gewifs vom Februar bis Mai. In Ostindien ist die Regenmen
den verschiedenen Orten sehr ungleich. Zu Poona (oder
na) unter etwa 18° N. B. betrug sie im Mittel aus fünf
ren von 1826 bis 1830 in den einzelnen Monaten im Ja

1 Biblioth. univ. 1834. Août.

2 Voyage T. I. p. 100.

3 Bemerkungen über Rio de Janeiro. D. Ueb. Weim.
S. 80.

4 H. Koster Reise in Brasilien. Aus d. Franz. Weim.
S. 230.

Digitized by Google

l. Z.; im Febr. 0; im März 0,04; im April 1,04; im
; im Juni 28,83; im Juli 27,53; im August 11,32;
mber 13,59; im October 17,45; im November 4,52;
aber 1,60, also im ganzen Jahre $\frac{117,14}{5} = 23,43$ engl.
d schwankte zwischen 29,81 und 17,83 Zoll; man
im Mittel 23 par. Zoll setzen. Der Juni und Juli
ıtliche regnerische Monate, an den übrigen fallen nur
Schauer; die gröfste Regenmenge an einem Tage war
.Zoll. Zu Dukhun, gleichfalls etwa unter 18° N. B.,
im Mittel aus 12 Jahren von 1817 bis 1828 nicht
ls 82,01 engl. Zoll oder 76,94 par. Zoll, zu Bom-
unter fast 19° N. B., fiel blofs im Juni bis October
ıd zwar im Juni 24,29; im Juli 23,56; im August
ı September 13,44 und im October 1,12, also im
),69 engl. Zoll oder 75,71 par. Zoll[1]. Zu Bancoo-
23° 20′ N. B. und 272° 47′ westl. L. v. G. beob-
ACRITCHIE[2] in den Jahren 1827 und 1828 die Re-
nisse. Es findet dort nur eine Regenperiode statt,
ner Periode von aufserordentlicher Trockne wechselt,
er selbst auch kein Thau fällt. Im Februar beginnt
ie, steigt zunehmend, wird aber erst von den Nacht-
n bedeutend und erreicht im Mai den höchsten Grad.
nate des Jahrs ist die Hitze bei Nacht in der Regel
am Tage und die angenehmste Periode ist etwa
vor Sonnenaufgang. Die Regenzeit beginnt im Juni
n Gewittern aus Osten, erreicht ihr Maximum im
im August etwas nach und endigt nach einer noch-
nahme im September auf gleiche Weise, als sie
hat. In den zwei Jahren waren die Regenmengen
ll

Monat	1827	1828	Monat	1827	1828
ar . . .	1,729	1,679	Juli	13,087	8,698
uar . .	0,000	0,902	August . .	11,676	5,682
. . .	1,199	0,000	September	12,678	7,272
l . . .	1,336	0,003	October . .	0,584	3,166
. . . .	1,765	0,144	November.	0,217	0,601
. . . .	9,479	7,368	December	0,478	0,000

in Philos. Trans. 1835.
urgh New Phil. Journ. N. XXVI. p. 337.

Die mittlere jährliche Regenmenge betrug im ersten Jahre 3
und im zweiten 35,515 engl. Zoll, beide nicht wenig
schiedene Gröfsen geben im Mittel 44,871 engl. oder
par. Zoll. Zu Port-Louis auf Isle de France unter 2
S. B. wechselt die Regenmenge sehr und beträgt zw
29,25 bis 75,4 par. Zoll in 79 bis 129 Regentagen[1].
auf der Cap-Colonie soll erst in der Mitte des Janu
vorausgegangener unglaublicher Trockenheit der heft
riodische Regen beginnen[2]. Zu Sidney unweit Port J
auf Neuholland unter 32° S. B. ist kein eigentlicher p
scher Wechsel der Regenzeit und Dürre, allein beide
im schnellen Wechsel auf einander, denn es herrscht
len eine zehn Monate dauernde, alles verzehrende T
keit, so dafs vieles Vieh verhungert, worauf die alle
schenden heftigen Regen eintreten, die ungefähr einen
dauern und dann wieder mit der in der Regel statt fi
Dürre wechseln, während welcher meistens einzelne R
schauer wieder die nöthige Fruchtbarkeit hervorrufen.
Regen sind stets sehr heftig und erzeugen zuweilen
schädliche Ueberschwemmungen[3]. Noch weiter südl
Neu-Süd-Wallis unter 33° 48′ 42″ S. B. und 150°
Länge von Gr., scheint nach Beobachtungen[4], welche
das ganze Jahr 1823 umfassen, die Periodicität des Reg
schwunden, denn die Menge desselben betrug im Apri
im Mai 0,556; im Juni 2,59; im Juli 5,618; im Aug.
im September 0,576; im October 2,812; im Novembe
im December 0,493; im Januar 1,576; im Februar 1,
im März 1,988 engl. Zoll und blofs die ungewöhnliche
im April, wenn sie nicht zufällig war, deutet auf tro
Einflufs. Boussingault[5] hatte Gelegenheit, auf seinen
einige interessante Thatsachen in Beziehung auf die tr
Regen zu sammeln. Hiernach ist es ausgemacht, dafs
genmengen unter niederen Breiten während der Nach
sind, als bei Tage, statt dafs unter höheren das Ge

1 Freycinet Voyage. T. I. p. 367.

2 Burchell's Reisen. Weim. 1822. Th. I. S. 366.

3 John Liddiard Nicholas Reise nach Neuseeland. Weim
S. 390.

4 Dublin Philosophical Journal. N. I. p. 150.

5 Biblioth. univ. 1836. T. I. p. 167.

eyn soll, und zwar war zu Marmato, nach Messungen dortigen Bergwerken angestellt, das Verhältnifs des ur Nacht während der drei Monate October, Novem- cember wie 54 zu 518, also fast wie 1:10. Nicht zeigt sich ein bedeutender Einfluſs der Höhe, insofern enmenge mit der Höhe abnimmt. Ebenso scheint auch vorstechende der beiden Regenperioden, die man unter ie am Aequator wahrnimmt, mit der Höhe abzuneh- ehr interessant sind in dieser Beziehung die genauen, ato unter 5° 27′ N. B. auf einer Höhe von 1426 Me- zu Sta. Fé de Bogota unter 4° 36′ N. B. und 2641 Me- angestellten Messungen. Hiernach waren die Regen- in Centimetern

	Marmato		Bogota		Marmato		Bogota
	1833	1834	1807		1833	1834	1807
..	8,1	1,8	6.6	Juli . . .	0,0	7,8	9,5
.	12,2	5,4	1,7	August .	0,0	2,5	12,3
.	22,1	5,5	0,6	Sept. . .	5,1	13,2	1,8
. .	10,2	17,9	6,0	Oct. . . .	9,4	25,7	12,7
. .	27,9	22,4	15,3	Nov. . .	33,3	17,8	9,5
. .	23,6	33,4	7,9	Dec. . . .	2,5	17,8	16,4
	zusammen				154,4	171,2	100,3

rt sind die jährlichen Mengen sehr ungleich, woraus , welche unsichere Resultate die Messungen einzel- te geben müssen. Im Mittel beträgt die Regenmenge ato 162,8 Centimeter (60,15 par. Zoll) und zu Bo- 3 Centimeter (37,05 par. Zoll). Auf der nördlichen l trifft man selbst unter noch höhern Breiten, z. B. r unter 35° 48′ N. B., die periodischen Regen, in- dort nach Ali Bei al Abassi[1] mit den Frühlings- hen beginnen sollen; an einer andern Stelle heifst es ler October sey für Marocco der Regenmonat, so dafs die beiden in Mittelafrica herrschenden Perioden sich in erstrecken müfsten. Auch zu Tunis unter 36° 50′ ll nach Blanquière[2] die Regenzeit im October

isen in Africa und Asien. D. Ueb. Weim. 1816. S. 53 u. 173.
efe aus dem mittelländischen Meere. Weim. 1821. Th. I. Th. II. S. 31.

anfangen und ebenso zu Tripolis unter 32° 54′ n. Breite.

111) Eine solche doppelte Regenperiode außer tropischen Zone, namentlich im südlichen Europa, hat dings Dove[1] nachgewiesen und seine Bemerkungen verdienen in Beziehung auf die von Gasparin und hervorgehobenen Unterschiede der europäischen Reg nähere Berücksichtigung. Nach L. von Buch wä Winterregen an der Grenze der tropischen Zone Herbstregen im südlichen Europa beide durch das ken der Aequatorialströme an den äufsersten Grenzen sate bewirkt. Ist dieses richtig, so müssen die in E zeigenden stärkeren Regen nach dem Stande der Sc oder weniger hoch heraufrücken, also im Sommer M erreichen, im Winter bis zur subtropischen Zone africa herabgehn, im südlichen Europa aber mufs Periode der Herbstregen auch noch eine dem Fr hörige bemerkbar seyn. Dove[2] findet diese doppe für Italien an den Orten, denen nördlich ein Gebirg März und November und da, wo das Gebirge s im April und October. Es liefse sich dann für die ten der gemäfsigten Zone folgendes allgemeine Ge len: „*Die Winterregenzeit an den Grenzen der T* „*je weiter wir uns von diesen entfernen, immer m* „*durch schwächere Niederschläge verbundene M* „*einander, welche in Deutschland in einem S* „*mum wieder zusammenfallen, wo also tempor* „*sigkeit vollkommen aufhört.*" Gebirgszüge und d lantischen Meere herkommenden Luftströmungen h einen unverkennbaren abändernden Einfluss.

112) Die bekannte Erfahrung, dafs die Meng

---

1 Poggendorff Ann. XXXV. 375.

2 Die von ihm benutzten Hülfsmittel sind: Osser rologiche fatte nel Reale Osservatorio di Palermo. 182 Opuscolo estratto di Osservazioni meteorol. dal 178 Calandrelli ed A. Conti. Roma 1803. 4. Risultati del meteorol. fatte l'anno 1806, 7, 8 nella specola Pontific F. L. Gilii. Rom. 1807 — 1809. Effemeridi astronomich Nach einer Stelle in Sprengel's Beiträgen sollen die be sich auch zu Minorca und Palaestina regelmäfsig zeigen.

Digitized by Google

den Regens in der Höhe geringer ist, als über der Erdober-
ist durch neue Beobachtungen bestätigt worden, welche
AY und JOHN PHILLIPS[1] auf den Wunsch der britti-
esellschaft der Naturforscher anstellten. Drei gleiche
afse wurden aufgestellt, das eine auf der Spitze des
s zu York 127 par. Fufs hoch, das zweite auf dem
les Museums in 68,2 par. Fufs Höhe, das dritte im
les Münsters, und die Stadt York hatte man gewählt,
in der Nähe umher frei liegt. Die Regenhöhen in
Gefäfsen waren nach englischen Zollen

Zeiten	Mittel Temp.	Münster	Museum	Garten
en Jahre	48°,2 F.	15,715	20,182	23,785
e Monate (Oct. bis Apr.)	40,8 —	7,089	9,725	12,079
te Monate (Apr. bis Oct.)	55,5 —	11,146	13,669	15,666
e Monate (Nov. bis März)	39,3 —	4,569	6,414	8,119
te Monate (Mai bis Sept.)	58,5 —	8,626	10,457	11,706
. . . . .	36,3 —	1,626	2,326	3,297
. . . . .	47,6 —	3,144	4,202	5,256
. . . . .	60,8 —	6,264	7,414	8,121
. . . . .	48,3 —	4,681	6,240	7,111

ifluſs der Höhe ist nach den Jahreszeiten sehr ver-
, denn wenn vermittelst der Formel

$$u - o = m\sqrt{h},$$

die Regenmenge im Garten, o die in der Höhe h ge-
bezeichnet, der Coefficient m für die einzelnen ge-
Perioden gesucht wird, so schwankt er zwischen
1,43. Nennt man aber den mittleren für das ganze
so läfst sich m′ für die einzelnen Perioden finden,
an

$$m' = \frac{a}{2}\left(\frac{t}{t'} + \frac{t^2}{t'^2}\right)$$

worin t die mittlere Temperatur des ganzen Jahres, t′
der einzelnen Periode bezeichnet. Als Ursache der
nden Regenmenge betrachten die Beobachter die aus
ren Luftschicht aufgenommenen Wassertheile. Pog-
FF zeigt in einer hinzugesetzten Anmerkung durch Be-
g, dafs in einer Luftschicht von der angenommenen

---

[1] oggendorff Ann. XXXIII. 215.

Höhe auch beim stärksten Feuchtigkeitszustande eine für beobachteten Unterschied genügende Wassermenge nicht halten seyn könne und dafs daher die Häufigkeit und des Regens einen entschiedenen Einfluſs ausübe. Obgl dieses wohl gegründet ist, so darf man doch die regn Luftschicht nicht als eine ruhende betrachten, weil dann der der obere, noch der untere Theil derselben die beob teten Regenmengen geben könnten, sondern man muſs be sichtigen, dafs die durch Vereinigung kälterer und wär Luftmassen gebildeten Wolken während ihres Entstehens schreiten und sich ihrer Feuchtigkeit entledigen. Hi wird erklärlich, dafs bei einem heftigen Winde am 26. der Unterschied am stärksten war, denn die Regenhö den drei Gefäſsen betrug 0,041; 0,116 und 0,238 engl. Z

Rücksichtlich der jährlichen Regenmengen an den schiedenen Orten sind mir noch folgende Bestimmungen kannt geworden. Zu Marietta unter 39° 25′ N. B. betr Regenmenge 50,25 par. Zoll; zu New-Bettford unter 4 N. B. und 82° westl. L. beträgt sie 51,00 Zoll; zu Fay ville unter 42° 58′ N. B. nach Field[1] 55,10 par. Zoll. Messungen der Regenmengen zu Freiburg[2] in der Sch unter 46° 46′ N. B. beweisen deutlich, wie abweichend der einzelnen Jahre sehr häufig vom allgemeinen Mittel denn es wurden dort gemessen 40 par. Zoll im Jahr 1 46 Z. 9 Lin. im J. 1829; 44 Z. 2 L. im J. 1830; 48 Z Lin. im J. 1831; 23 Z. 8 Lin. im J. 1832 und 42 Z. 11 im J. 1833, wovon das Mittel 41,55 Zoll beträgt. Die genmengen zu Brüssel und Maestricht kann ich jetzt ge als vorher, angeben und für den letzteren Ort einen Fe verbessern, welcher daraus entstanden ist, dafs die belg Zolle, die nur Centimeter sind, für pariser genommen wu wonach die Regenhöhe unnatürlich grofs erscheinen m Der genaue Beobachter der meteorischen Phänomene Cu mafs zu Maestricht von 1824 bis 1826 im Mittel 712,12 lim.; 1827 war die Regenhöhe = 738,6; 1828 war sie 71

1 Silliman Amer. Journ. of Sc. T. XXII. p. 109 u. 298.
2 Bibliothèque univ. 1834. p. 88.
3 S. Art. *Regen*. Bd. VII. S. 1280 und 1313.
4 L'Institut 1833. N. 38.

gab 821,1 und 1830 nur 700,1 Millimeter, im Mittel be-
ie also 737,71 Millimeter oder 27,26 par. Zoll. Zu Brüs-
rde gemessen im J. 1833 durch QUETELET 881,38 Mil-
1779 durch DUROND EAU 794,1 Millim.; 1780 durch
604,9 Millim. und 1787 durch denselben 609,6 Millim.
wenn die auffallend geringen Angaben des Letzteren für
gelten, im Mittel 722,37 Millim. oder 26,68 par. Zoll.
ien im botanischen Garten, wofür eine bereits ange-
ältere Bestimmung 16,00 par. Zoll angiebt, erhielt v.
N[1] im Jahre 1832 mit einem Horner'schen Regenmafse
i Zoll in 63 Regentagen. Zu Cheissac[2] in Cantal im
ien Frankreich betrug im Jahre 1833 die Regenmenge
par. Zoll. Zu Castle Toward an der westlichen Küste
rgyle auf der Insel Bute unter 55° 45′ N. B. wurden
ien durch KIRKMAN FINLAY[3] 43,55 engl. Zoll im J.
53,70 Z. im J. 1830; 56,05 Z. im J. 1831; 46,25 Z.
1832; 55,40 Z. im J. 1833, also im Mittel aus diesen
ihren 50,99 engl. Zoll oder 47,85 par. Zoll. Im All-
ien ist die Regenmenge der einzelnen Monate in den
iedenen Jahren unter einander ziemlich gleich, um so
eoder mufs es seyn, so bedeutende Verschiedenheiten
ublin anzutreffen. Dort wurden nämlich beobachtet[4] in
Zoll

	1823	1824		1823	1824
	4,81 e. Z.	1,58 e. Z.	Juli . .	10,02 e. Z.	1,05 e. Z.
r	4,62 —	1,94 —	August	4,04 —	1,59 —
	4,31 —	1,90 —	Septemb.	3,40 —	2,25 —
	7,67 —	1,45 —	October	2,71 —	7,66 —
	5,42 —	0,28 —	Novemb.	2,56 —	1,42 —
	1,32 —	5,67 —	Decemb.	5,64 —	3,92 —

esammtmenge von 1823 beträgt 56,52, die von 1824
n nur 30,71 engl. Zoll, also kaum über die Hälfte der
n; im Mittel erhält man hieraus 43,615 engl. oder

Baumgartner's Zeitschr. Th. II. S. 378.
Annales d'Auvergne T. VII. p. 144.
Edinb. New Phil. Journ. N. XXXV. p. 145.
Dublin philosophical Journal No. I. p. 260.

Digitized by Google

40,924 par. Zoll. Die Regenmengen von Genf[1] kann ich
verbessern, wohl aber nachweisen, dafs die mitgetheilte
gabe sehr genau und die Gröfse wenig veränderlich ist,
das Mittel aus 40 Jahren von 1796 bis 1835 beträgt
übereinstimmend 28,51 par. Zoll. Die für den St. Be
mitgetheilte Angabe dagegen mufs ich wesentlich verbe
denn sie beträgt nach einem Mittel aus 18 Jahren von
bis 1835, worunter die des letzten Jahres mit 60 Z.
die stärkste war, 55,624 par. Zoll und mit Ausschlu
letzten Jahres 55,465 par. Zoll. Die folgende Tabelle
zur Ergänzung der hierüber bereits mitgetheilten.

---

1 Biblioth. univ. 1825. Déc. p. 455.

Orte	Polhöhe	Höhe par. F.	Regenmenge par. Z.	Autoritäten
orah	23°20′N.	- -	42,10	Macritchie[1]
ard[3], St. .	45 32—	7668	55,62	- - - -
a (Sta. Fé)	4 36—	8130	37,05	Caldas[2]
ay	19 — —	- -	75,71	Sykes[4]
el	50 51—	- -	26,68	Quetelet[5]
Toward .	55 45—	- -	47,85	Kirkman Finlay[6]
ac[7]	44 54—	1410	36,21	- - - -
a	53 21—	- -	40,92	- - - -
in	18 — —	1700	76,94	Sykes[4]
eville . . .	42 58—	- -	55,10	Field[8]
rg[9]	46 46—	- -	41,55	- - - -
b	46 15—	1252	28,51	- - - -
n	22 16—	- -	66,03	- - - -
icht	50 49—	- -	27,26	Crahay[5]
nto	5 27—	4390	60,15	Boussingault[8]
ta[7]	39 25—	- -	50,25	- - - -
Süd-Wallis	33 49 S.	- -	25,32	- - - -
Bedford[7] .	46 2N.	- -	51,00	- - - -
Louis . . .	20 10 S.	- -	52,33	Freycinet[12]
. . . . .	18 00N.	- -	23,00	Sykes[4]
laneiro . . .	20 54 S.	- -	47,68	Freycinet[13]
. . . . .	53 58N.	- -	22,52	Phillips[14]

13) Die allgemeinen, die Entstehung des Regens bedin- n Ursachen sind durch Dove† in einer lichtvollen Ue- it zusammengestellt worden. Aufser den Niederschlägen, rch das Anstofsen der feuchten Wolken gegen die Gebirge

---

Edinb. New Phil. Journ. N. XXVI. p. 337.
Bibl. univ. 1836. T. I. p. 171.
Bibl. univ. 1835. Déc. p. 455.
Philos. Trans. 1835.
L'Institut. 1833. N. 38.
Edinb. New Phil. Journ. N. XXXV. p. 145.
Annales d'Auvergne. T. VII. p. 144.
Silliman Americ. Journ. T. XXII. p. 109. u. 298.
Biblioth. univ. 1834. p. 88.
Ebend. 1835. Déc. p. 455.
Ebend. 1834. Août.
Voyage. T. I. p. 367.
Voyage. T. I. p. 100.
Poggendorff Ann. XXXIII. 215.
Poggendorff Ann. XXXI. 545.

Digitized by Google

entstehn, sind zunächst diejenigen zu berücksichtigen, welche durch den aufsteigenden Luftstrom (*Courant ascendant* DE SAUSSURE), namentlich in der äquatorischen Zone, in Thälern, die durch steile Bergwände gegen die Winde geschützt sind, und überall da erfolgen, wo durch gleichmäfsige Erwärmung der umgebenden Strecken anhaltende Windstille bei hoher Temperatur herrscht. Unter der Linie sind die blos durch erzeugten Regen zwar die häufigsten, allein dafs auch solche dort nicht zu den Seltenheiten gehören, die dem Kampfe in verschiedenen Richtungen sich begegnender Luftströmungen ihren Ursprung verdanken, zeigt schon das Umlaufen des Windes durch einen ganzen Kreis in einer und der entgegengesetzten Richtung, welches die Hurricane und Tornados der dortigen Gegenden zu begleiten pflegt. In der gemäfsigten Zone entstehn aber bei weitem die meisten Regen dadurch, dafs wärmere und kältere Luftmassen von ungleichem Gehalte an Feuchtigkeit unter einander gemengt werden, wobei das allgemeine Gesetz herrscht, dafs die kälteren und trockenen, hauptsächlich die nördlichen und östlichen, die unteren Regionen inne haben, die wärmeren und leichteren südlichen und westlichen aber die oberen. Hierauf beruht zugleich der innige Zusammenhang zwischen den barometrischen Schwankungen, den Windrichtungen und den Temperaturen, wie er von früheren Meteorologen, namentlich DE SAUSSURE bereits durch einige Bemerkungen angedeutet, durch DALTON aber aus 24jährigen Londoner Beobachtungen (von 1807 bis 1831) bestimmt nachgewiesen worden ist. Der Zusammenhang dieser Erscheinungen läfst sich leicht übersehn. Durch die Vereinigung der verschiedenen Luftmassen wird in Folge der Abkühlung der wärmeren, mit Wasserdampf gesättigten ein Niederschlag entstehn, welcher stärker werden mufs, wenn die entstandenen Tropfen in der unteren Luftschicht noch Wasser aufnehmen, im entgegengesetzten Falle aber schwächer. Durch den Zusammenhang, welcher sonach zwischen den Niederschlägen, den Luftströmungen und der hiervon abhängigen Temperatur statt findet, wird die sogenannte *thermische Windrose* bedingt, wobei dann noch der Unterschied zu berücksichtigen ist, welcher davon abhängt, ob nördliche

1 Essay sur l'Hygrometrie IV. p. 4.

östliche kältere Luftströmungen den südlichen wärmeren feuchten begegnen und ob die Drehung des Windes von durch West nach Nord oder in umgekehrter Richtung ;t. Allgemein ist die Temperatur der Regenwinde im Win- öher, im Sommer tiefer, als die mittlere Temperatur lben Winde, der Frühling schliefst sich in dieser Hin- mehr an den Sommer, der Herbst mehr an den Winter. daher ist die Temperatur der östlichen Regenwinde hö- der westlichen dagegen tiefer, als die derselben Winde littel.

Ueber die *Temperatur*, den *Thau*, die *Winde*, die *Wol-* und das *Thierkreislicht* oder *Zodikal-Licht*, wenn man eres gleichfalls in den Bereich der Meteorologie ziehn wird am gehörigen Orte gehandelt werden.

Allgemeine Betrachtungen über den Gang der Witterung und die sie bedingenden Ursachen.

Die Meteorologie ist eigentlich weit mehr zusammenge- und ungleich schwieriger, als man gemeiniglich glaubt; kaum möglich, durch theoretisches Studium sie genau en zu lernen, wenn man damit nicht zugleich praktische achtungen anzustellen veranlafst wird und diese eine län- Zeit anhaltend fortsetzt. Das, was in den vorigen Ab- tten über diesen Theil der physikalischen Wissenschaften theilt worden ist, die vorhandenen gehaltreichen Abhand- n, die zahlreichen, tief in das Wesen der Sache einge- en Untersuchungen einzelner Meteore und einige grofsen ifsinn und viele Gelehrsamkeit zeigende Werke, unter a die Meteorologie von Kämtz den ersten Platz ein- it, zeigen genügend, dafs dieses Feld keineswegs ver- ässigt und dafs die Theorie der meteorischen Phänomene i den Fleifs zahlreicher Gelehrten ausnehmend gefördert en ist, allein dennoch bleibt noch vieles dunkel, und die ngungen der Witterung sind so zahlreich und verwickelt, meistens nur eine langjährige Erfahrung namentlich Schä- , Fischern und Schiffern die erforderlichen Mittel darbie- den Gang derselben an einzelnen Orten mit einiger Si-

Digitized by Google

cherheit vorauszubestimmen. Dieses läfst sich nicht theo-
tisch erlernen, es mufs durch praktische Uebung erlangt w-
den, und die Meteorologie als Wissenschaft pflegt sich da
zu beschränken, nur den Zusammenhang der meteorischen E-
scheinungen unter sich und ihre in dem weit verbreite-
Luftmeere liegenden Ursachen aufzusuchen, zugleich aber a-
die Mittel anzugeben, unsere Kenntnifs der vielfach verwic-
ten Processe zu befördern.

114) Meteorologische Register gewähren vorzüglich
Nutzen, wenn sie gehörig vollständig[1], aber auch nicht v
zu grofser Ausdehnung sind, so dafs sie den künftigen F
scher durch die Masse erdrücken; denn wie sehr diese letz-
anwachsen müsse, ergiebt sich schon daraus, dafs 4 bis 5
nöthigsten Beobachtungen, dreimal täglich aufgezeichnet,
einem einzigen Jahre 4380 oder 5475 einzelne Angaben b
tragen, mithin nach 10 Jahren zu 43000 bis 54000 anwac
sen. Da die Witterung sich jeden Augenblick ändern ka
und hierin an gar keine feste Zeit gebunden ist und da m
über die gröfsere oder geringere Bedeutsamkeit der versch
denen meteorologischen Phänomene und dessen, was hiera
in Verbindung steht, noch keineswegs bestimmt entschied
hat, so ist die Menge der täglich aufzuzeichnenden Beoba
tungen und die Summe der in diesen Bereich zu ziehend
Erscheinungen willkürlich und sowohl die gewählten Zeite
als auch die Zahl der aufzuzeichnenden Phänomene häng
von der durch äufsere Umstände bedingten Willkür des ei
zelnen Beobachters ab. So viel ist wohl gewifs, dafs nac
liche Beobachtungen denen am Tage rücksichtlich ihres We
thes kaum oder überall nicht nachstehn, allein beide zu ve
einigen liegt aufser der Möglichkeit des einzelnen Beobachters
wenn er auch noch so sehr, wie Kämtz bemerkt, ein Sch
seiner Instrumente werden wollte. Sehr nützlich ist es aber
bei aufsergewöhnlichen und nicht leicht wiederkehrenden Ge-
legenheiten einen oder einige Monate lang stündlich aufzu-
zeichnen, wie dieses am vollständigsten bei der Krusen-
stern'schen, minder vollständig, aber längere Zeit anhaltend
bei Ross'ens und Parry's Expeditionen geschehn ist. Ein

1 Ueber deren Form und Inhalt s. Transact. of the New-York
philos. Soc. T. I. p. 341.

Digitized by Google

s, ungleich leichteres, aber wegen seiner weiteren Aus-
g anderweitig wichtiges Hülfsmittel, zur Aufhellung
iger Aufgaben zu gelangen, besteht darin, gewisse ein-
Tage zu verabreden und an diesen an verschiedenen
n einander entlegenen Orten stündlich aufzuzeichnen,
eses bereits durch Brewster[1] und 1823 für einige
mit specieller Beziehung auf das Barometer durch die
Akademie veranlafst wurde. Aus den oben mitge-
Untersuchungen über die unregelmäfsigen Barometer-
onen, aus den früheren über die Regenverhältnisse
s den zu seiner Zeit noch anzustellenden über die
aturen geht genügend hervor, von welcher Wichtig-
risse allgemeine Luftströmungen für die meisten me-
ischen Phänomene sind, so dafs es sich allerdings der
ohnt, diese näher ins Auge zu fassen. Neuerdings hat
el[2] sich durch vergleichende Beobachtungen in In-
l auf dem Cap von einer dort statt findenden allge-
Bewegung der Atmosphäre überzeugt, und es ist er-
zu erfahren, dafs auf Veranlassung der africanischen
aft am 21. März, 21. Jun., 21. Sept. und 21. Dec.
rgens 6 Uhr bis am andern Tage Abends um 6 Uhr
he Beobachtungen angestellt werden.

) Das Aufzeichnen der meteorologischen Beobachtun-
n in der Regel nur als ein Nebengeschäft betrachtet
und jeder wählt daher diejenige Zeit, die ihm bei
nstigen Arbeiten und nach der Localität am gelegen-
Häufig werden bei drei täglichen Aufzeichnungen die
tunden um 9 Uhr und dann etwa um 2 Uhr Nach-
ewählt. Wird vorzugsweise der Gang der Tempe-
icksichtigt, so geben die beiden ersten Stunden am
e mittlere Wärme und die letztere meistens das Ma-
berücksichtigt man mehr die regelmäfsigen Barome-
kungen, so sind nach Kämtz[3] die Stunden 4^h, 10^h,
22^h, oder 4 und 10 Uhr Morgens und Abends des
en Tages, am geeignetsten, die zugleich auch die
'emperatur sehr genau geben. Verlangt man zunächst

—

inb. Journ. of Science. N. XI. p. 144.
nstitut. 1835. N. III. p. 203.
teorologie. Th. II. S. 264 u. 286.

den mittleren Barometerstand zu wissen, so ist Mittags um 12½ Uhr ungefähr eine passende Zeit. Inzwischen die regelmäfsigen, ohnehin unter höheren Breiten nur gegen, barometrischen Oscillationen bereits sehr genau bek und Dove[1] bemerkt mit Recht, dafs sie im Grunde wer Aufmerksamkeit verdienen, als die unregelmäfsigen, deren sammenhang mit den Luftströmungen zur genauen Erfors der barometrischen Windrose ein wesentliches Element bietet. Der gewöhnliche Beobachter wird nicht leicht ein viermaliges tägliches Aufzeichnen hinausgehn und die zu oder zu einer dreimaligen, zweimaligen oder einm Aufzeichnung gewählten Zeiten werden jedenfalls durch Convenienz und Bequemlichkeit jedes Einzelnen bestimmt den; dabei wäre es aber gewifs sehr wünschenswerth, diejenigen, die ihr Barometer im Zimmer oder so in Nähe haben, dafs die Beobachtung keinen zu grofsen aufwand erfordert, zwei Rubriken für den täglichen höch- und niedrigsten Stand auszufüllen sich die Mühe nah Rücksichtlich der Temperatur ist es wohl von gröfster W tigkeit, die mittlere des Ortes zu kennen. Wie diese zu finden sey, wird im Art. *Temperatur* ausführlich werden; vorläufig genügt die Bemerkung, dafs hierzu beiden Stunden um 9 Uhr sehr zweckmäfsig sind, und zur Erleichterung des Gedächtnisses angemessen ist, die schiedenen Aufzeichnungen gleichzeitig vorzunehmen, so dieser Umstand wohl zunächst die Wahl der beiden Stu um 9 Uhr, nebst einer dritten, etwa um 2 Uhr, zur E tung des Maximums, veranlafst. Dabei ist es leicht und lich, durch Benutzung eines Rutherford'schen Therm ters zugleich das Maximum und Minimum aufzuzeichnen. Regentage und Regenmengen werden meistens nur oberfl lich notirt, und die meisten begnügen sich damit, die natürlichen Höhen der meteorischen Niederschläge nach nicht eben zweckmäfsig eingerichteten Regenmafse aufzuz nen. Billig verdienten diese Bestimmungen eine gröfsere S falt, als welche ihnen bisher geschenkt wurde, was sich dann erwarten läfst, wenn zweckmäfsigere Regenmafse, die Hornen'schen, allgemeiner eingeführt werden. Eine

1 Poggendorff Ann. XXXI. 549.

Digitized by Google

Kenntnifs der Regenverhältnisse gegebener Orte ist au- für die Landwirthschaft von grofser Wichtigkeit. Die hnung des *Hygrometers* ist allerdings nützlich, denn ntnifs des Feuchtigkeitszustandes der Atmosphäre ge- t zur Uebersicht und Beurtheilung der gesammten Wit- verhältnisse, auch ist das *Psychrometer* ein leicht zu tender, die Richtigkeit seines Ganges nicht ändernder Ap- id in dieser Hinsicht den sonstigen Hygrometern, hinsicht- Bequemlichkeit und Wohlfeilheit beim Gebrauche aber ein iell'schen weit vorzuziehender Apparat. Dabei ist es von Interesse, den täglichen Gang der Feuchtigkeit nicht blofs gewissen Tage, sondern unter verschiedenen Bedin- als zur Zeit grofser oder geringer Trockenheit, in den denen Jahreszeiten, vor und nach einem Regen oder ewitter u. s. w. kennen zu lernen, und hierzu ist e stündliche Aufzeichnung nicht blofs am Tage, son- ch bei Nacht erforderlich. Diese läfst sich jedoch werkstelligen und würde auf jeden Fall einen unver- äfsigen Aufwand erfordern, vielmehr genügt es, mit gen täglichen Aufzeichnungen auch die des Psychro- des zu verbinden, wofür mit Rücksicht auf die Con- des Beobachters eine frühe Morgenstunde, eine um gszeit und eine am Abend am passendsten sind; je- es wünschenswerth, in einigen aufsergewöhnlichen e etwa gegebene Mufse auf stündliche Aufzeichnun- rerwenden. Bei weitem den wichtigsten Theil der gischen Beobachtungen, zugleich aber auch den schwie- nd unsichersten, machen die Windrichtungen aus, da in der Regel blofs auf diese ohne Rücksicht auf die r Winde zu beschränken pflegt. Zuvörderst ist der e Stand der Windfahnen, wenn sie nicht mit durch- Stangen und einem daran befestigten Zeiger ver- l, besonders aus der Entfernung schwer zu erkennen, r ist die durch die Windfahne angegebene Richtung cht eine längere Zeit bleibend, sondern wechselt, ilich bei stärkeren Winden, häufig in einem Umfange st 90 Graden, endlich aber wird die angezeigte Wind- häufig durch örtliche Ursachen, als Gebirgszüge und n selbst durch die Lage hoher Häuser, abgeändert, so us leicht nicht blofs einzelne Irrthümer entstehn können,

sondern durch ungünstige Umstände sogar ganz falsche R
tate erhalten werden. Grofse Vorzüge gewähren dah
an hoch und frei liegenden Orten angestellten Beobacht
Es lassen sich für diese nicht füglich passende Stunden
setzen, weil die Veränderungen der Richtung oft schne
einander folgen, zuweilen in längeren Zeiten nicht stat
den, indem beständige Winde mit veränderlichen re
wechseln. Da, wo es an Zeit nicht fehlt, ist es daher am
eignetsten, die jederzeitigen Veränderungen mit Angab
Stunde anzumerken, wie dieses beim Winteraufenthal
Cap. Ross zu Bootia Felix geschehn ist, allein solche
günstige Umstände sind nicht leicht zu erhalten und
daher schon viel gewonnen, wenn nur täglich ein- oder
chemal die Windrichtung genau aufgezeichnet wird[1].
unwichtig ist es sicher, hiermit eine Angabe der Richtu
Wolken, mit Unterscheidung der oberen und unteren, zu
binden; denn hieraus läfst sich auf die herrschenden
strömungen schliefsen, und es ist in den bisherigen Unte
chungen häufig angedeutet worden, von welcher Wich
diese für die gesammte Witterungskunde sind.

Aufser dem Barometer- und Thermometer-Stande,
Windrichtung und meistens auch den Angaben des Hyg
ters pflegen die meteorologischen Register noch eine der
stigen Meteoren gewidmete Rubrik zu enthalten, wor
unregelmäfsigen Phänomene aufgezeichnet werden. Dahi
hört vorzüglich die wechselnde Bedecktheit des Himmels
man gewöhnlich der Kürze wegen durch Zahlen angiebt, s
0 völlige Heiterkeit und mit den zwischenliegenden 1,
die Zahl 4 gänzliche Bedecktheit mit Wolken bezeichnet
nächst gehören dann dahin die Hydrometeore, als Nebel
gen, mit specieller Bezeichnung der Gewitter, Schnee,
und Reif. Zuweilen fügt man noch eine Bezeichnung de
stalt der Wolken hinzu und nur wenige lassen au
wöhnliche Meteore, als Feuerkugeln und Nordlichter,
merkt vorübergehn. Die magnetischen Beobachtungen g

1 Ein ausnehmend grofser Schatz ist nach einigen mir b
gewordenen Aeufserungen in den Beobachtungs-Registern erb
welche von den Capitains der englischen Schiffe stets ausgef
an die Admiralität abgegeben werden.

Digitized by Google

lich nicht in das Gebiet der Meteorologie, sie pflegen häufig den meteorologischen Registern angehängt zu

16) Es giebt verschiedene theils ältere meteorologische r, aus denen die Thatsachen zur Begründung der all- en Witterungsgesetze entnommen werden. Da die mei- erselben bereits gelegentlich erwähnt wurden, so würde öthiger Aufwand seyn, sie hier nochmals zusammenzu- einige derselben verdienen jedoch vorzugsweise her- oben zu werden. Dahin gehören die reichhaltigsten llen, die der Mannheimer meteorologischen Gesell- die der baierschen Akademie[2], die durch vorzügliche digkeit und Genauigkeit ausgezeichneten Apenrader Be- ngen[3], die durch QUETELET[4] zusammengestellten älte- neuerdings fortgesetzten belgischen, die des Canoni- ARK[5] zu Augsburg, die schätzbaren Uebersichten der ng, welche SCHÜBLER[6] von 1825 an bis an seinen im 1834 erfolgten Tod herausgegeben hat und die ver- h noch ferner fortgesetzt werden, und mehrere andere. m Auslande sind verschiedene erschienen, z. B. von LL[7] in Nordamerica und von DORTA[8] zu Rio de Ja- Häufig sind meteorologische Register den Zeitschriften gt, als die Beobachtungen zu Genf und auf dem St. d der Bibliothèque universelle, die von PLACIDUS

---

phemerides Soc. meteorol. Palatinae 1783 bis 1794. gr. 4.
MER descriptio instrum. Soc. met. Palat. Mannh. 1782.
leteorologische Ephemeriden der baierischen Acad. d. Wis- München. 1781 bis 87. 4.
ollectanea meteorologica sub auspiciis Societatis Scient. Da- ta. Fasc. I. Hafniae 1829. gr. 4.
perçu historique des observations de Météorologie faites en jusqu'à ce jour. Bruxelles 1834. 4.
leteorologische Jahrbücher. Augsb. 1813 und mehrere fol- hrgänge.
orrespondenzblatt des würtembergischen landwirthschaftlichen 1825 u. f. Jahre. Lehrreiche Vergleichungen finden sich in gängen 1829 und 1830.
leteorological Register for 1822, 1823, 1824 u. 1825 cet. pre- J. LOVELL. Washingt. 1826. 4.
lemorias da Acad. Real das Sciencias de Lisboa. T. I. No. 14. o. 16.

Digitized by Google

Heinrich dem Jahrbuche von Schweigger, mehrjährige
Winkler zu Halle den Gilbert'schen Annalen, die der
doner Societät ihren Transactionen, die der Pariser Sterno
den französischen Annalen für Chemie und Physik, un
findet man aufserdem mehrere in England geführte Bec
tungs-Register in englischen Zeitschriften, die aus Frank
in französischen, die aus America in americanischen u.
Zuweilen werden einzelne ausgezeichnete Jahre oder merk
dige Gegenden einzeln beschrieben, als die Witterung
Jahres 1783 von Gronau[1], Fischer[2] und Brandes[3],
Jahres 1829 von Schübler[4], des heifsen Sommers 181
Pfaff[5], die Witterungsverhältnisse zu Madagascar[6] und
dere mehr.

117) Will man den inneren Zusammenhang der met
logischen Phänomene übersehn, so müssen vor allen D
die Ursachen aufgesucht werden, die auf sie bedingend
wirken. In dieser Beziehung ist es zuerst von grofser W
tigkeit zu entscheiden, ob unsere Erde mit der sie umgebe
Atmosphäre unter dem Einflusse anderer Himmelskörper
Wenn man berücksichtigt, dafs die älteren Kalender zugleic
Witterung aus astrologischen Gründen vorher verkünd
so darf man sich nicht wundern, dafs der Glaube an den
flufs der Gestirne auf die Meteore sehr allgemein verbreite
In den neueren Zeiten, als sich die Meteorologie durch
aldo, Cotte, Gronau, de Saussure, de Luc und a
neu gestaltete, beschränkte man sich zunächst nur au
Einflufs des Mondes, den man im Ganzen für ausnehmen
deutend ansah, bis ebendiese und ihnen zunächst fol
Untersuchungen diesen Trabanten der Erde fast gänzlich a
den Besitz von Kräften setzten, die man ihm so lange
willig zugestanden hatte. Wenn man den Geist und die
denz der Verhandlungen hierüber und überhaupt die Gest

1 Neue Schriften d. Berliner Ges. Naturf. Freunde. Th
S. 129.

2 Ebend. Th. IV. S. 249.

3 Beiträge zur Witterungskunde. Leipz. 1820. 8.

4 Correspondenzblatt des würtemb. landwirthschaftl. Vereins
XVIII. S. 119.

5 Ueber den heifsen Sommer 1811. Kiel 1812. 8.

6 Journ. of the Royal Instit. N. I. p. 29.

Digitized by Google

ysikalischen Wissenschaften berücksichtigt, so mufs man der That wundern, dafs der Glaube an astrologische e der Planeten und Fixsterne, ja sogar unbekannter her Potenzen, eines Weltäthers und dergleichen, auf ng der Witterung noch in diesem Jahrhunderte einige er fand. Als solche können genannt werden Haber-ark[2], Ellinger[3] und hauptsächlich Kastner[4]. Auch legt nicht blofs den Planeten einen merklichen Ein- die Meteore bei, sondern leitet auch die grofse Ue-emmung in Ungarn im Jahre 1813 von einer Einwir-s grofsen Kometen von 1811 her. Allerdings ist es ufgefallen, dafs das Erscheinen dieser ohnehin räthsel-himmelkörper namentlich in den Jahren 1807, 1811 9 mit ungewöhnlich heifsen Sommern zusammenfiel, eils waren gerade diese Kometen nur ungewöhnlich der der Erde sehr nahe kommende, die man daher reise vor andern, welche alle Jahre, mitunter sogar Mehrzahl, ihren Lauf um die Sonne vollenden, zu veranlafst wurde, theils hat das Zusammentreffen ei-Ganzen kühlen und nassen Sommers im Jahre 1835 Wiederkehr des berühmten Halley'schen Kometen die eit einer auf frühere Erfahrungen gebauten Regel ge-dargethan.

) Suchen wir die Frage über den Einfluss aufserirdi-tenzen auf die meteorologischen Phänomene im Geiste physikalischer Forschungen zu beantworten, vermei-es, durch eine ungezügelte Phantasie die Einwirkung ten anzunehmen, deren Nichtexistenz eben deswegen r Evidenz bewiesen werden kann, weil ihre eigent-esenheit überall nicht genau bestimmt wird, und hal-uns schulgerecht blofs an dasjenige, was übereinstim-it anderweitigen wohlbegründeten Naturgesetzen aus n Erfahrungen folgt, so gelangen wir zu folgenden,

---

teorologisches Jahrbuch zur Beförderung u. s. w. Weimar andere meteorol. Schriften dieses Verf.

schreibung der meteorol. Instrumente u. s. w. Augsb. 1815.

iträge über den Einfluss der Himmelskörper auf unsere At-. München 1814.

andbuch der Meteorologie. Erlangen 1823 — 1826. 2 Th. 8.

iener Zeitschrift. Th. V. S. 175.

Digitized by Google

durch grofse Mühe und beharrliche Anstrengung viele
lehrten aufgefundenen Resultaten. Zuvörderst ist der E
der Sonne vermöge ihres allbelebenden Lichtes und de
spendeten Wärme niemals zweifelhaft gewesen[1], die v
strittene Einwirkung des Mondes dagegen erfordert eine
cielle Untersuchung. Aufserdem aber sind alle meteor
Phänomene, wenn wir die Sternschnuppen, Feuerkugeln
die aus ihnen herabkommenden Meteorsteine als entsch
kosmisch ausnehmen und ein entscheidendes Urtheil üb
Zodiakal-Licht und allenfalls auch das Nordlicht einst
zurückhalten, auf die Grenzen unserer Atmosphäre besch
die in Gemäfsheit der Resultate aller Untersuchung v
niedrig gefunden wurden, als dafs irgend einer der Pla
noch weniger aber der in wahrhaft unermefslicher Fer
findlichen Fixsterne einen Einfluss darauf äufsern könnte.
auch von den Kometen ist bisher keiner der Erde s
gekommen, dafs eine nachweisbare Einwirkung dess
factisch begründet wäre, auf blofse Möglichkeiten und
stimmte Conjecturen darf sich aber kein Physiker in s
eigenthümlichen, ohnehin an dem mit Gewifsheit Gege
so reichhaltigen Gebiete einlassen.

119) Ein stark bedingender Einfluss des Mondes ist v
ältesten Zeiten her so allgemein angenommen worden, daſs
nicht ohne einiges unverkennbares Gewicht hieraus ein
ment für die Wahrheit der Hypothese hergenommen
weil dem sogenannten Volksglauben meistens etwas zum
de zu liegen pflegt. Schon Virgil[2] glaubte an eine
Verbindung zwischen den Mondwechseln und der Wit
und so herrscht noch bis jetzt der Glaube sehr allgemein
beide im genauesten Zusammenhange stehn, denn man e
tet die Wetterveränderungen meistens mit dem Eintritt
Mondperioden. Manche partielle, im Volke herrschende
stellungen verdienen kaum erwähnt zu werden, z. B. da

1 Vergl. Art. *Sonne*.

2 Georg. L. I. v. 432. sagt von den Mondphasen:

Sin ortu quarto (namque is certissimus auctor)
Pura, neque obtusis per coelum cornibus, ibit,
Totus et ille dies et qui nascentur ab illo
Exactum ad mensem pluvia ventisque carebunt.

Digitized by Google

Himmel, wenn man Regen erwartet, die Wolken durch
ıfgehenden Mond zerstreut würden und dafs das helle
cht in den Monaten April und Mai die Pflanzen ver-

Einige Gelehrte schlugen vor, die Stellungen der
und des Mondes mit den Ergebnissen der meteorologi-
Beobachtungen in Verbindung zu bringen und hierauf
den astronomischen Vorherbestimmungen ähnliche Wit-
kunde zu grünnden. Toaldo[2] stellte einige hierauf be-
e Aphorismen auf, Lambert[3] machte bestimmtere Vor-
und Gatterer[4] berechnete Tabellen, die auf den
der Sonne und des Mondes als Hauptbedingungen ge-
t waren, nahm dann ein meteorologisches Grundjahr an,
hm seine eigenen vom 8. Nov. 1779 bis zum 18. Nov.
ıst stündlich angestellten Beobachtungen dienten, und
hierdurch zur Erzielung eines meteorologischen Ka-
zu gelangen. Am vollständigsten wurde das System
influsse des Mondes durch Toaldo[5] begründet. Hier-
existiren zehn bedingende Mondpuncte, nämlich vier
hasen, die Erdnähe und Erdferne, die beiden Durch-
durch den Aequator und die beiden Abweichungen die-
abanten. Mit seltener Ausnahme soll jede Wetterverän-
g mit einem dieser Mondpuncte zusammenfallen, das
menfallen mehrerer verstärkt die Wirkung, vorzüglich
sammenfallen der Syzygien mit der Erdnähe und Erd-
Die Erdnähen, Neu- und Vollmonde, die Durchgänge
den Aequator und die nördliche Mondwende sollen
u schlechtem, die Erdferne, die Quadraturen und die
e Mondwende sollen mehr zu gutem Wetter disponi-
Nicht auf die Tage der Mondpuncte fallen die Wetter-
erungen, sondern eilen in den sechs Wintermonaten
, und folgen in den sechs Sommermonaten nach. Auch
tanten leiten die Wechsel ein und man kann von ih-
f die künftigen Veränderungen schliefsen, bleibt aber

Arago Unterhaltungen aus dem Gebiete der Naturkunde. Ue-
on Remy. Stuttg. 1836. S. 229.

Journ. de Phys. 1785. Nov. p. 388.

Nouv. Mém. de Berlin 1771. p. 60.

Lichtenberg's Magaz. für das Neueste aus d. Phys. Th. I. St.
.

Saggio meteorologico. In Padova 1771. 4.

Digitized by Google

das Wetter am 4., 5. und 6. Tage des Mondpunctes un
ändert, so hält es sich bis zum Vollmonde oder nächsten
monde. Aufser vielen speciellen Regeln, die sich auf
Tagsstunden der Mondperioden beziehn, sollen auch
schlimmsten Jahre dann eintreten, wenn die Mondapsiden
die vier Cardinalpuncte des Thierkreises fallen, gute dage
wenn sie in die Zeichen des Stiers, Löwen, der Jungfrau
des Wassermanns fallen. Hiernach sind sich die achtzeh
Jahre ähnlich, aber das 54ste Jahr kommt dem ersten
allen am nächsten, weil darin die meisten Mondpuncte
derkommen. Nimmt man zu diesen Combinationen noch
vielen hier übergangenen, so wird ihre Zahl so grofs,
allenfalls auf jeden Tag eine oder einige fallen und man
jede Veränderung des Wetters in dieses System zwängen
eine nothwendige Folge davon, dafs TOALDO alle aus
zigjährigen Beobachtungen entnommenen Regellosigkeiten
vereinigen und unter feste Regeln zu bringen sich bem
Auch GATTERER gelangte durch die zahllosen eingeschl
Epakten zu Perioden, die für den Mond 350 und für
Sonne 400 Jahre betragen sollten.

120) Der Glaube an einen bestimmten Einfluss der Mo
phasen, insofern die Veränderungen des Wetters daran
bunden seyn sollten, mufste bei denen bald wankend wer
die meteorologische Register führten oder nachsahen und
durch das keineswegs regelmäfsige Zusammentreffen beider
wahrten; inzwischen wollten die eigentlichen Meteorolo
die Sache nicht ganz aufgeben und kamen daher auf e
mit der Mondperiode regelmäfsig wiederkehrenden Wech
die bekannte 19jährige, vom Stande des Mondes zur Sa
abhängige Periode zurück. Unter die Vertheidiger dieser
pothese gehören vorzüglich HANOW[1], TOALDO[2], durch w
chen sie in Folge praktischer Anwendungen allgemeinere
kanntwerdung erhielt, LAMARK[3], welcher sie sehr lebhaft v

1 Wittenberger Wochenblatt. 1768. S 5.

2 Witterungslehre für den Feldbau. Uebers. von STRODEL.
Aufl. Berl. 1786. Journ. de Phys. T. XIII. p. 44.

3 Journ. de Phys. T. XLVI. p. 428. T. LII. p. 296. T. LI
p. 277. Annuaire météorologique pour l'an XIV. Par. 1805. C.
204.

te, und Cotte[1], dessen unübersehbar reichhaltige ge-
eigene und fremde Beobachtungen ihr eine vorzügli-
itze gewährten. Hauptsächlich nach eigenen 30jährigen
htungen spricht er zuerst den Phasenveränderungen des
allen Einflufs ab, leugnet, dafs nach Kirwan's An-
der Sommer das Prognosticon des Winters gebe, und
sich gegen einen erkältenden Einflufs der Sonnenfle-
jedoch vertheidigt er die 19jährige Periode und be-
hiernach den allgemeinen Charakter der Witterung im
die jedoch keineswegs seiner Bestimmung gemäfs er-
denn danach mufste der November des Jahres 1812
feucht seyn, er war aber anfangs warm, dann kalt
ken; der December sollte mild und feucht seyn,
kalt und trocken, der Januar 1813 sollte mild und
seyn, war aber mild und nafs. Auf gleiche Weise,
in Beziehung auf Cotte's 19jährige Periode geschehn
derlegte dieser die von Lamark aufgestellte Theorie
Erfahrung[2], und so läfst sich auch leicht zeigen, dafs
nstein's[3] Resultate auf falschen Voraussetzungen be-
Man begnügte sich zuweilen nicht damit, einen Ein-
s Mondes auf die Witterung anzunehmen, sondern
esen Trabanten auch eine Einwirkung auf das Gedei-
Pflanzen und den Gesundheitszustand der Menschen
iere bei. Aus den astrologischen Kalendern erhielten
Vorurtheile, dafs Sämereien und Pflanzen bei zuneh-
Monde ein besseres Gedeihen zeigten, als bei ab-
lem. Nach einem noch fortwährend herrschenden Glau-
en Haare, Nägel, Hühneraugen u. s. w. stärker wie-
hsen, wenn sie bei zunehmendem Monde geschnitten
als wenn dieses bei abnehmendem geschieht, mehrere
iten sollen mit den Wechseln dieses Trabanten sich
ls verändern und insbesondere sollen selbst nach Reil
osen in Batavia durch das Schlafen im Mondschein die
lheit bekommen. Unter vielen andern hat namentlich

---

raité de météorologie. Par. 1774. 4. Eb. 1789. 2 Voll. 4.
Phys. XX. p. 249. LXI. p. 129.

urn. de Phys. T. VII. p. 358. G. VI. 217.

bhandlung von dem Einflusse des Monds in die Witterung.
71.

Digitized by Google

Mead[1] die Wirkungen des Mondes auf den menschli Körper und die durch ihn bewirkten Veränderungen der K heiten aufgezählt, hauptsächlich aber rühren von Bal die vielen Erzählungen von denjenigen Krankheiten her, che namentlich in Ostindien durch den Mondschein, h sächlich das Schlafen in demselben, angeblich erzeugt we Die Autorität des Letzteren wurde häufig als beweisend diejenigen gebraucht, die solche Wirkungen zu bezweifel neigt waren, denn die zahlreichen älteren Zeugnisse sch mehr auf einem veralteten Vorurtheile zu beruhn, z. B. Sanctorius[3], wonach die Menschen mit dem Mondwe an Gewicht zu- und abnehmen sollen, des Lucilius beka Behauptung, dafs Krebse und Austern beim Vollmonde am testen gefunden würden, und andere mehr. Auch über Einflufs des Mondes auf den Verlauf der Krankheiten f es an vorgeblichen Thatsachen nicht, jedoch stimmten die hauptungen nicht mit einander überein. So versichert Merbroek, dafs die im J. 1636 zu Nimwegen herrsch Pest beim Vollmonde, Ramuzzini dagegen, dafs das pe tige Fleckfieber, welches 1692, 1693 und 1694 in Ober herrschte, bei abnehmendem Monde sich am gefährlichste zeigt habe und bei einer Mondfinsternifs am 21. Jan seyen sogar ungewöhnlich viele Patienten daran gestor Der früher allgemein herrschende Glaube an einen sehr lichen Einflufs des Mondes auf die Gesundheit der Men und Thiere, die Vegetation der Gewächse und hauptsäc auf die Witterung erhielt sich fortdauernd bei der grö Menge, fand aber auch selbst dann noch Anhänger unte Gelehrten, als die Physik strenger wissenschaftlich bear wurde und man nicht leicht ein Naturgesetz als richtig a kannte, ohne den inneren Zusammenhang zwischen Ur und Wirkung bei demselben nachzuweisen, was rücksi

---

1 De imperio Solis et Lunae in corpus humanum cet. 1710. 8. Auch in dessen Mechanica expositio Venenorum. Lugd. 1737.

2 Ueber den Einflufs des Mondes auf Fieber. Strafsb. 17 Spätere Abhandl. desselben in Asiatic Res. Calcutta 1805. T. p. 518. Biblioth. Brit. T. XXXIX. p. 380.

3 De statica medicina aphorismorum sect. septem. Patav. 17

4 Olbers in Zeitschrift für Astronomie. Th. V. S. 234.

Digitized by Google

en Einflufs des Mondes unmöglich blieb. So leitet Dr.
s[1] die Periodicität verschiedener Krankheiten vom Kreis-
der Himmelskörper, hauptsächlich des Mondes ab und
uch den Einflufs des letzteren auf die Perioden des Wahn-
beobachtet haben, N. Mill[2] vertheidigt die Einwirkung
londes auf Animalien und Vegetabilien über alle Grenzen
Wahrscheinlichkeit hinaus, und so giebt es noch andere,
ganz unerwiesene Behauptungen.

21) Als die Physik sich allmälig besser gestaltete und
mit gröfserer Strenge den Zusammenhang zwischen Ur-
und Wirkung aufzusuchen anfing, wurden bedeutende
l gegen den Einflufs des Mondes, hauptsächlich auf den
ismus der Animalien und Vegetabilien, zugleich aber auch
n Gang der Witterung im Allgemeinen und auf die ein-
meteorischen Erscheinungen erhoben. Unmöglich konnte
usflüsse des Trabanten auf die Erde annehmen, da er
ttel 60 Erdhalbmesser von unserm Planeten entfernt ist,
öhe der Erd-Atmosphäre aber keine 7 Erdhalbmesser
en kann und, wenn sie von vorstellbarer Dichtigkeit
oll, keine zehn Meilen erreicht. Die Nichtigkeit einer
n Hypothese wurde anschaulicher durch eine vermeint-
Entdeckung, welche Stöwe[3] gemacht haben wollte, dafs
h merkwürdige Witterungsphänomene dann eintreffen
, wenn drei Himmelskörper fast in eine gerade Linie
hn kämen, welche Stellung er eine Constellation nannte.
Grund zu dieser Hypothese fand er in Erfahrungen
n Jahren 1780 bis 1786, allein es ergab sich bald die
gkeit der ganzen Voraussetzung. Lichtenberg[4] kam
sinnreiche Idee, Beobachtungen über diejenigen Fälle
llen, wenn die Erde in ihrer Bahn an solche Stellen
, welche der Mond vorher inne gehabt hat. Dieses ge-
im letzten Viertel des Mondes und sehr vollständig,
r zugleich nahe bei seinem Knoten ist, nach etwa vier-
Stunden. Wirklich fand für diese Stellung am 6. Dec.

Cases of Insanity.
Ann. of Philos. T. LVII. p. 218.
Anzeige einer allgemeinen interessanten physikalischen Entde-
Berlin 1791. 8.
Götting. Taschenbuch zum Nutzen u. Vergnügen. 1795. S. 198.

Digitized by Google

1792 zu Göttingen ein heftiger Sturm statt und am 1. J
1793 eine ungewöhnliche Kälte; aber das drittemal am
Nov. 1793 ereignete sich gar nichts Aufsergewöhnliches. W
same Ausflüsse des Mondes auf unsere Erde anzunehmen
sich hiernach also nur eine ungeregelte Phantasie erlauben,
man von physikalischen Untersuchungen fern halten mufs,
der angenommene Einfluss des Mondes auf die Animalien
Vegetabilien kommt demnach auf eine *qualitas occulta* zur
die wir um so mehr vermeiden müssen, je deutlicher die
schichte lehrt, dafs die Annahme solcher verborgenen K
nie anders als nachtheilig auf die Erforschung der Wahr
wirkt. Diesemnach kann der Mond keinen andern Ein
auf unsere Erde ausüben, als in Folge seiner Gravitation
seiner Erleuchtung. Die durch die erstere Ursache erzeu
Wirkungen zeigen sich allerdings in der Ebbe und Fluth,
lein alle anderen, hieraus abzuleitenden müfsten jeden
ebenso regelmäfsig erfolgen, als diese durch Theorie und
fahrung hinlänglich festgestellten Oscillationen des Meers,
Mondphasen können daher auch hierbei keinen weiteren E
fluss haben, als welcher auch dort durch die Zusammen
kung mit der Sonne oder durch die Gegenwirkung der l
teren bedingt wird. Um sich hiervon zu überzeugen,
man nur berücksichtigen, dafs der Mond jederzeit binnen
Stunden einmal durch den Meridian jedes Ortes geht
keine rein physikalische Wirkung davon abhängen kann,
wir ihn mehr oder weniger erleuchtet sehn. Es bliebe
nach nur die zweite möglicherweise denkbare Ursache, n
lich die Erleuchtung übrig, allein diese, blofs durch erbo
Licht bewirkt, ist so unbedeutend, dafs die feinsten therm
trischen Apparate sie gar nicht oder nur höchst unsicher
geben; sie würde also nur einen verschwindend kleinen B
trag zu dem geben, was durch die Sonne geschieht, und
bestimmt dem Vollmonde zufallen, dafs sie sich hierbei
zeigen müfste, wenn es überhaupt möglich wäre sie wahr
nehmen. Diesemnach erklärten sich namentlich Bode[1] u
Olbers[2] aus theoretischen Gründen gegen jeden Einfluss d

1 Gedanken über den Witterungslauf. Berlin 1819. 8. Magaz. d
Ges. Naturf. Freunde. Berl. 1808. S. 175.

2 Zeitschrift für Astronomie. Th. V. S. 234.

es, zeigten die geringe Begründung der hierüber aufge-
n Behauptungen und insbesondere die Autorität des Letz-
als Astronom und Arzt vermochte die meisten Physiker,
Ansicht beizutreten.

22) Ebensowenig günstig für den vermeintlichen Ein-
les Mondes fielen die Resultate der Erfahrung aus. Ge-
ie Behauptung von BALFOUR über die Erzeugung oder
limmerung der Krankheiten durch das Mondlicht er-
sich RASCHIG[1] und gegen REIL's und anderer Meinun-
BERS, beide indem sie zeigten, dafs die darüber vor-
en Erzählungen keineswegs genugsam begründet seyen,
Letzterer noch hinzufügte, dafs er selbst in seiner ärzt-
Praxis nie irgend einen Einfluss des Mondes auf Wurm-
Balggeschwülste, Wassersuchten, Epilepsie und Nerven-
wahrgenommen habe, eine Versicherung, die bei einem
gelehrten als besonnenen astronomischen Arzte, dem
aue Stellung dieses Trabanten gegen die Erde stets
vorschwebt, nicht den geringsten Zweifel gestattet.
H. C. MUNRAD[2] widerspricht dem an der Küste von
herrschenden Vorurtheile von einem schädlichen Ein-
les Mondes auf die Gesundheit, welcher übrigens dort
scheint, dafs man bequem dabei lesen kann. Er selbst
dere schliefen oft beim Mondscheine im Freien, ohne
ingste Einwirkung auf die Gesundheit davon zu em-

GRONAU[3] versuchte es, aus hundertjährigen Beob-
en von 1701 bis 1800 einen constanten Einfluss des
auf den Gang der Witterung aufzufinden, und erhielt
ltat, dafs der Mondwechsel 1743 Veränderungen ge-
9 Nichtveränderungen, der Neumond 461 gegen 674,
e Viertel 409 gegen 921, der Vollmond 475 gegen
s letzte Viertel 398 gegen 838, das Perigäum 389 ge-
gaben, wonach also keine Einwirkung statt finden

Ebendieses Resultat fand HORSLEY[4], übereinstim-
it seinen theoretischen Ansichten, aus einer Zusam-
ung zahlreicher Erfahrungen. OLBERS wählte zur Prü-

---

iss. de lunae imperio in corp. hum. nullo. Viteb. 1787. 4.
emälde der Küste von Guinea. Weim. 1824. S. 273.
lagazin der Naturforsch. Freunde. Berl. Th. II. S. 101.
hilos. Trans. T. LV. p. 177.

Digitized by Google

fung der Sache gerade diejenigen Stellungen des Mondes, wo sein Einfluſs am stärksten seyn müſste, konnte jedoch k Wirkung desselben wahrnehmen, und ein gleiches Resultat hielt ein Ungenannter[1] aus fast dreiſsigjährigen Beobachtun Auf gleiche Weise zeigt Brandes[2], daſs die Wetterver rungen des Jahres 1783 mit den Mondständen in keinerlei bindung stehn, und ebendieses äuſsert Varese[3] in Ge heit vieljähriger Beobachtungen, glaubt jedoch, daſs die über bestehenden Vorurtheile niemals ganz verschwinden den. Letzteres mag von dem groſsen, der Sache nich gentlich kundigen Publicum gelten, übrigens aber geht au gegebenen Darstellung hervor, daſs die aus den ältesten ten herstammenden astrologischen Irrthümer über kosm und planetarische Einflüsse auf den Gang der Witterung über die Abhängigkeit atmosphärischer Processe von der w selnden Sichtbarkeit der beleuchteten Mondscheibe bei Sachverständigen allmälig verschwunden waren. Dabei jedoch noch immer die Frage unerledigt, ob die nich Abrede zu stellende Anziehung des Mondes keine me Schwankungen der Atmosphäre hervorbringe, denen ähn die sich in der Ebbe und Fluth so sichtbar zeigen. Die nahe liegende Frage, welche durch die bereits mitgeth Erklärung La Place's erledigt schien, hat seitdem die P siker vielfach beschäftigt und muſs daher nachträglich weiter erörtert werden.

123) Dan. Bernoulli[5] erhielt durch seine Berechnu das Resultat, daſs die Anziehung der Sonne das Baro um 20 Lin. heben müsse, welches dann für den Mond Stande des Zeniths gegen den im Horizonte 50 Lin. g würde. Dagegen aber zeigte D'Alembert[6], daſs d Gröſse höchstens 3 Lin. für Mond und Sonne betragen k

---

1 Monthly Magazine 1817. Apr. p. 196.

2 Beiträge zur Witterungskunde. Leipz. 1820. S. 274.

3 Brugnatelli Giornale 1820. p. 50. Er sagt, hierauf pass CERO's Ausdruck in oratione pro Plancio: *Non est consilium in re non ratio, non discrimen, non diligentia.*

4 S. Art. *Barometer.* Bd. I. S. 927.

5 De causis fluxus et refl. maris. p. 164. in Newtoni Pr T. III.

6 Recherches sur la cause générale des Vents. Par. 1747. p.

ius[1] aber setzte sie zuerst auf $\frac{1}{12}\frac{1}{0}$ Lin. und nachher Lin. für die Sonne und $\frac{1}{48}$ Lin. für den Mond herab, ntana[2] aber beträgt die Einwirkung des Mondes al- Lin. Durch La Place's gründliche Untersuchung lufgabe ist dieselbe wohl als abgethan zu betrachten. r Theorie[3] beträgt die durch den Mond bewirkte, am er sichtbare Fluth der Atmosphäre nicht mehr als 0,6306 (0,2597 par. Lin.) und nach achtjährigen Beobachtun- der Pariser Sternwarte[4] 0,05443 Millim. (0,024129 .).

l) Seit langer Zeit suchte man den in so vielen be- en Ursachen versteckten Einflufs des Mondes auf die rischen Oscillationen durch Verbindung vieljähriger Be- gen aufzufinden. Aufser dem, was hierüber bereits worden ist[5], verdient hauptsächlich noch Lambert[6] zu werden, welcher jedoch aus eilfjährigen Beobach- zu Nürnberg nicht entscheiden konnte, ob das Baro- n Apogeum oder im Perigeum des Mondes höher stehe, [7] dagegen will gefunden haben, dafs der Mond durch Eintritt in das Apogeum ein Steigen des Barometers ringe, und ebenso in den Quadraturen, wenn man stand mit demjenigen während der Syzygien vergleicht. würde also folgen, dafs allgemein der Mond durch nziehung der Atmosphäre ein Sinken des Quecksilbers meter bewirke, welches sich durch seine Entfernung Erde in den Apogeen und durch Entgegenwirkung ne in den Quadraturen verminderte. Ein ganz entge- tes Resultat will jedoch Mayer[8] aus seinen Beob- n zu Mühlhausen im Elsafs erhalten haben, nämlich Barometerhöhe in den Syzygien 0,1 Lin. höher sey,

---

e gravitate universali. Med. 1768. T. II. Cap. VIII. Cosmo- phys. et math. P. I. et II. Med. 1774 u. 1775.
tti dell' Accad. di Siena. T. V. Vergl. Toaldo in Nouv. Berlin 1778.
écan. cél. T. III. p. 286
onnaissance des Tems 1826. p. 310.
Art. *Barometer*. Bd. I. S. 929.
eta Helvetica. T. IV.
lém. de Berlin. 1778. p. 45.
lotte Mém. sur la Météorol. T. I. p. 631. T. II. p. 469.

Digitized by Google

als in den Quadraturen, dagegen sollen allerdings die
geen ein Steigen von 0,39 Lin. bedingen. Die gelehrten
tersuchungen LAPLACE's[1], worin er zeigte, auf welche
eine durch den Einfluſs des Mondes bewirkte atmosph
Ebbe und Fluth aufzufinden sey, veranlaſsten BOUVARD
Pariser Beobachtungen von den Jahren 1815 bis 1826,
Zahl 8940 beträgt, rücksichtlich des Standes des Mon
den Syzygien und Apogeen zu berechnen, allein er
hieraus im Ganzen das Resultat, daſs der Mond auf den
des Barometers zu Paris keinen meſsbaren Einfluſs er
welcher dort auf 2 Uhr 8 Min. Nachmittags fallen
Dieses stimmt überein mit dem Ergebnisse, welches
LASCHKA's[3] zehnjährige Beobachtungen zu Prag gaben.
scheinen nämlich keinen Einfluſs des Mondes auf das
meter anzudeuten, da sie auf keinen natürlichen Zusa
hang zwischen dieser Ursache und Wirkung führen und
fortlaufendes Gesetz zeigen; aufserdem aber sind die
schiede so gering, daſs ein einziger zufällig höherer
eine vielleicht nur 0,1 Lin. betragende Gröſse leicht
aufheben könnte. Letzteres würde jedoch nur zu der
rung führen, daſs noch mehrjährige Beobachtungen in
nung zu nehmen wären, um die zufälligen Schwank
dadurch verschwinden zu machen. Dagegen will SIEB
zehnjährigen Beobachtungen HÄBERL's gefunden haben,
das Barometer sowohl in den Perigeen als auch den Ap
oder am Tage vor und nach dem Eintritte des Mondes i
selben steigt, indem dieses in 233 Fällen gegen 30 statt
Ein sehr auffallendes Resultat aber ist, daſs zu London
den Barometerbeobachtungen von 1827 bis 1830 die Q
silberhöhe dort am gröſsten in den Quadraturen und am k
sten in den Syzygien war, statt daſs BOUVARD für Par
rade das Gegentheil gefunden hatte[5].

1 Connaissance des Tems. 1826 u. 1830. Méc. cél. T. V. p.
Vergl. KÄMTZ in Schweigg. Journ. LIX. 1.

2 Mém. de l'Acad. des Sc. de l'Inst. T. VII. p. 136. und
Vergl. Poggendorff Ann. XIII. 137.

3 Sammlung der vom 8. Mai 1817 bis 21. Dec. 1827 u. s. w.
gestellten Beobachtungen. Prag 1830. 4.

4 Kastner Archiv. Th. V. S. 48.

5 Philosoph. Trans. 1831. p. 227. Vergl. BOUVARD in Mém.
l'Acad. T. VII. p. 312.

5) Das Problem erhielt unmittelbar nach LAPLACE's
itung eine ganz andere Gestalt durch die aus der Er-
; entnommenen Resultate. FLAUGERGUES[1] ist als der-
Gelehrte zu nennen, dem die Wissenschaft die endli-
antwortung dieser so lange ventilirten Streitfrage ver-
Um den Einflufs der Sonne zu beseitigen, benutzte
m wahren Mittage gemachten Beobachtungen, corrigirte
n gehörig und erhielt aus ihnen folgende der Kürze
ier blofs tabellarisch zusammengestellte Resultate.

Mondpuncte	Zahl d. Beob.	Mittlere Bar. Höhe Z.	L.	Millimeter
reiner mittlerer Barometerstand	6915	27	11,29	755,44
ond	234		11,27	755,39
Octant	234		11,26	755,37
Quadratur	234		11,26	755,37
r Octant	235		10,94	754,65
ond	234		11,20	755,23
Octant	234		11,47	755,70
Quadratur	234		11,68	756,32
r Octant	235		11,31	755,48
ches Lunistitium	258		11,42	755,73
hes Lunistitium	258		11,28	755,42
om (Aequat. Parall. 60′ 24″)	252		10,97	754,72
om (Aequat. Parall. 54′ 4″)	252		11,46	755,82

Vergleichung des mittleren Standes mit dem im 2ten
und in der zweiten Quadratur folgt, dafs das Baro-
zum zweiten Octanten um 0,35 Lin. fällt und dann
weiten Quadratur um 0,39 Lin. steigt. Da man fer-
ynodischen Umlauf des Mondes mit seinem täglichen
le setzen kann, letzterer aber 24 Stunden 50 Min.
› folgt, dafs die gröfste Höhe des Barometers 6 Stun-
Min., nach dem Durchgange des Mondes durch den
eintritt. Der Unterschied zwischen dem Stande im
und im Perigeum beträgt 0,49 Lin., und wenn man
ifse mit dem Verhältnifs der Kuben der Abstände
t, so ist die Verminderung = 1,73 Lin. im Perigeum
Lin. im Apogeum, so dafs ohne Mond der mittlere
Z. 0,78 Lin. seyn würde. FLAUGERGUES verglich

[1] ...lion. univ. T. XXXVI. p. 384. T. XL. p. 265.

ferner die zu den verschiedenen Mondstellungen und M phasen gehörigen Regentage in seinen zu Viviers gefü Registern und fand die Zahl derselben

Neumond;	1. Viert.;	Vollmond;	4. Viert.;	Perig.;
77	82	79	60	93

Hieraus folgt im Allgemeinen ein Einfluſs des Mondes a Witterung, insofern die Menge der Regentage zunimmt, das Barometer sinkt. Der Mond wirkt also gleichmäſs das Barometer, bewirkt ein unter den übrigen Schwank sich kenntlich machendes Sinken desselben und zugleich letzteres in der Regel begleitende Vermehrung der wäss Niederschläge.

126) Dieses Resultat war allerdings ein anderes, al der gemeine Glaube bis dahin angenommen hatte, n daſs die Aenderungen der Mondphasen zugleich einen W sel der Witterung herbeiführen sollen, allein es muſste noch auffallend erscheinen, weil sich so eben die bed sten Autoritäten gegen jeden Einfluſs des Mondes auf meter und Witterung erklärt hatten und selbst die g durch Laplace herausgebrachte Einwirkung auf die b trischen Oscillationen in den Pariser Beobachtungen nich zufinden war. Unter allen ergriff vorzugsweise Schu die Sache mit groſser Lebendigkeit, ging aber eben de weit über diejenigen Grenzen hinaus, in denen sich Fla gues mit vorsichtiger Besonnenheit gehalten hatte. Als G lage wählte er 28jährige Beobachtungen, nämlich acht von 1781 bis 1788 zu München aus den Mannheimer meriden, dann von 1809 bis 1812 theils eigene, thei seinem Bruder zu Stuttgart angestellte und von 1813 bi die des Domcapitulars Stark zu Augsburg. Hieraus f er, daſs die Zahl der Regentage vom letzten Viertel bi mond sich zu der vom ersten Viertel bis Vollmond wie 5 zu 6 verhalte und ebenso die Regenmenge, daſs ferne Windrichtung vom Neumond bis zum letzten Viertel westlich werde und eine gröſsere Neigung zu Niederschlä Zeit der Erdnähe als der Erdferne statt finde, die gr Regenmenge aber dem nördlichen, die gröſste dagegen

1 Untersuchungen über den Einfluſs des Monds auf die derungen unserer Atmosphäre. Leip. 1830.

chen Lunistitium zugehöre, im Ganzen also ein merkli- Einflufs des Mondes auf die Hydrometeore unverkennbar Um die von Hanow, Toaldo, Hoesslin und Andern ommene 19jährige Witterungsperiode zu prüfen, unter- e Schübler[1] die Angaben über die Wiederkehr guter jahre und fand hierdurch die regelmäfsige Reihenfolge r Periode bestätigt. Diese für einen auffallenden Einflufs Monds auf den Gang der Witterung sprechenden Resul- erglich er mit denen, welche früher Toaldo[2] für Pa- nd Pilgram[3] für Wien gefunden haben wollten, und wischen allen diesen eine genaue Uebereinstimmung, ja auch die heifsen und kalten Sommer und Winter nebst äufigkeit der Nordlichter sollten dem Einflusse des Mon- terworfen seyn, am auffallendsten aber war es, dafs die t als Vorurtheile betrachteten Behauptungen über den s des Mondlichtes auf die Vegetabilien und Anima- on ihm als begründet dargestellt wurden, wofür aller- inzelne Angaben aus Zeitschriften und aus Balfour's[4] h begründeten Zeugnissen entnommen werden konnten. Erklärung von allem diesen diente die Annahme eines chen Einflusses und der erkältenden Eigenschaft des chts, wobei für letzteres Sertürner's[5] vermeintliche tungen benutzt wurden.

Hauptsächlich wegen der zuletzt genannten allgemeinen logischen Einwirkungen des Mondes, die nach den gründ- Untersuchungen von Bode und hauptsächlich Olbers lich als zulässig erscheinen können, trug ich kein Be- [6], gegen das Ganze erhebliche Zweifel aufzustellen. Die

---

[1] Die Thatsachen hierzu entnahm er aus: Geschichte des Neckar- und Weinbau's von 1200 bis 1778. Stuttg. 1778. und die spä- Nachrichten in der Stuttgarter Chronik von Eleen.

[2] De la influenza degli astri. 1781. p. 122.

[3] Untersuchungen über das Wahrscheinliche in der Weltkunde. 2. Th. II. S. 431.

[4] System über die Intestinalfieber und den Sonnen- und Mond- auf dieselben. Breslau 1792.

[5] Neueste Entdeckungen in der Physik, Chemie und Heilkunde. Th. I. Hft. II.

[6] Handbuch der Naturlehre. Th. II. Heidelb. 1830. S. 420. Hei- Jahrb. 1831. Hft. V. S. 498.

Digitized by Google

durch Flaugergues erhaltenen Resultate sind zwar aller… von grofsem Gewichte, allein es mufste auffallen, dafs w… Gronau noch Bouvard bei ihren Untersuchungen ihnen … che erhalten hatten, und zudem liefs sich zwar eine De… sion des Quecksilbers im Barometer durch den Einfluf… Mondes vermuthen, dafs aber eine Vermehrung der R… menge hiermit verbunden seyn sollte, konnte keinesweg… gleiche Weise glaubhaft erscheinen, um so mehr als di… jenem Gelehrten zur Erklärung angenommene Ursache … auf die entgegengesetzte Wirkung führen mufste. Durch … anziehende Kraft des Mondes sollte nämlich eine Verdü… der Luft und hierdurch gleichzeitig ein Sinken des Ba… ters mit der bekannten Folge desselben, einer Vermehrun… wässerigen Niederschläge, bewirkt werden; allein Letzter… nicht Folge des Ersteren, sondern umgekehrt sinkt das … meter in Folge der Niederschläge, eine Verdünnung der … an sich aber erleichtert bekanntlich die Verdampfung und … sonach die Niederschläge vermindern. In Folge dieser … gengesetzten Meinungen, die zwischen dem trefflichen … lehrten und mir nicht blofs öffentlich, sondern auch im … schaftlichen Briefwechsel verhandelt wurden, worüber … jetzt nach ausgemachter Sache in weitere Erörterungen … zugehn unnöthigen Zeitaufwand erfordern würde, gab S… ler alle übrigen Folgerungen, namentlich von einer p… logischen Einwirkung des Monds, auf, blieb aber stan… bei der Behauptung einer unverkennbaren Einwirkung d… ben auf das Barometer und die Regenverhältnisse[1].

127) Die durch Schübler zuerst gefundenen Re… selbst wenn man sich blofs auf die Einwirkung des M… auf Barometer und Regenverhältnisse beschränkte, liefse… mer noch einigen Zweifel zurück, weil die ihnen zum G… liegenden Beobachtungen von drei Beobachtern an eben… Orten und mit verschiedenen Instrumenten angestellt w…

1 Schübler hat diese Ansicht in verschiedenen eigenen A… lungen und in einigen seiner Schüler vertheidigt, z. B. in K… Archiv. Th. IV. S. 13. u. 161. Th. V. S. 169. F. Bauma… chungen über monatliche Perioden in d. Veränderungen unse… mosphäre. Tüb. 1832. 8. Kastner Arch. Th. VI. S. 225. … Journ. Th. LXX.

, allein sie galten dennoch allgemein als genügend, ins-
lere nachdem Arago[1] sie hierfür erklärt hatte. Inzwi-
zeigte O. Eisenlohr[2], aus dessen Zusammenstellung
rlsruher Beobachtungen[3] von 1779 bis 1786 und dann
98 bis 1830 sich ein so auffallender Einfluſs namentlich auf
genmengen, die sich nach Schübler für die Zeit vor dem
nde und die vor dem Vollmonde wie 5 zu 6 verhalten soll-
eineswegs auf den ersten Blick herausstellte, in denen
Baumann[4] mindestens einen leicht meſsbaren gefunden
wollte, daſs man durch fortgesetztes Combiniren und
hen von Mittelwerthen endlich zu jedem möglichen Re-
gelangen könne. Eine abermalige schärfere Zusammen-
der Carlsruher Beobachtungen führte jedoch allerdings
i Resultate, daſs die mittlere Barometerhöhe vom Neu-
zum Vollmonde hin abnimmt und von da an bis zum
nde wieder steigt; auch fand sich eine Zunahme der
engen in der ersten dieser Perioden zwar angedeutet,
ineswegs so auffallend, daſs mit Ausschluſs eines blo-
falls dadurch eine feste Regel begründet würde, da die
iten einen Unterschied zeigten und aufser dem einen Ma-
noch ein zweites zur Zeit des Neumonds hervortrat.
h hierdurch im Ganzen die durch Flaugergues und
ER gefundenen Resultate bestätigt wurden, so blieb es
n so mehr wünschenswerth, dieses viel ventilirte Pro-
och weiter mit gröfster Umsicht zu untersuchen, als der
ieser Erscheinung noch keineswegs genügend aufgefun-
den war. Die Unstatthaftigkeit eines von Schübler an-
enen chemischen Einflusses des Mondes oder der erkälten-
enschaft seines Lichtes muſste auf den ersten Blick auf-
Eisenlohr setzte zwar ein bedeutendes Moment hin-
lem er nachwies, daſs die Periode des tieferen Baro-
ndes und der gröfseren Regenmenge zugleich die der
ngenden südlichen und westlichen Winde sey, allein
war der Zusammenhang zwischen den Mondphasen

---

[1] nnuaire prés. au Roi par le Bureau des Long. An. 1833.
[2] oggendorff Ann. XXX. 72.
[3] ntersuchungen über das Klima und die Witterungsverhält-
i Karlsruhe. 1832. 4.
[4] a. a. O. Seine Inaugural-Dissertation war unter Schübler's
e geschrieben.

Digitized by Google

und den Luftströmungen, welche vorzugsweise Regen brin
noch nicht einmal angedeutet. Endlich aber ergaben 14 J
anhaltend fortgesetzte Beobachtungen eines Epileptischen,
der Mondwechsel auf die Epilepsie auch nicht den entfer
sten Einfluſs äuſsere, und es ist sonach sehr zu wünsc
daſs das Vorurtheil einer physiologischen Einwirkung des M
des auf die belebte Natur, mindestens bei den Gebild
endlich ganz aufhöre, wenn man auch gegen den bele
Glauben der gröſseren Menge schonend seyn will.

128) Bei dieser Lage der Sachen schien es mir sehr w
schenswerth, die Frage noch einmal einer gründlichen
fung zu unterwerfen. Hierzu bot sich eine günstige G
genheit dar, als Herrenschneider zu Strafsburg, dessen
jährige, an dem nämlichen Orte und mit denselben gep
Instrumenten angestellte Beobachtungen vorzügliches Ver
verdienen, sich auf meine Bitte bereitwillig zeigte, seine w
vollen Originalregister mir zu diesem Behuf anzuver
und als O. Eisenlohr, welcher durch frühere Arbei
diesem Fache seine Befähigung zu solchen, grofse Sorg
fordernden und ermüdenden Untersuchungen hinlänglich
gethan hat, die Berechnung der Beobachtungen über
Hieraus ging dann die Abhandlung hervor, durch welch
Sache als entschieden anzusehn ist[1]. Auſser den übe
Witterungsverhältnisse zu Strafsburg gefundenen Resultate
giebt sich in Beziehung auf den Einfluſs des Mondes aus
sen, beinahe 27 Jahre umfassenden Beobachtungen, daſs w
rend des synodischen Umlaufs des Mondes das Barometer
Maxima und zwei Minima zeigt, die an sich ungleich in
verschiedenen Jahreszeiten auf andere Mondphasen fallen.
folgende Tabelle giebt eine Uebersicht dieser Gröfsen und
letzte Reihe zugleich den ganzjährigen Gang für Carlsru

Jahrsz.	1 Max.	1 Minim.	Unterschied.	2 Max.	2 Min.	U
Winter	Letzt. Viert.	Vollm.	0‴,5310	1 Viert.	4 Octant	0‴,
Frühling	Letzt. Viert.	2 Octant	0,5736	Neum.	4 Octant	0,2
Sommer	3 Octant	1 Octant	0,2566	1 Viert.	4 Octant	0,0
Herbst	3 Octant	2 Octant	0,9304	Neum.	4 Octant	0,2
Jahr	Letzt. Viert.	2 Octant	0,4698	Neum.	4 Octant	0,1
Carlsruhe	Letzt. Viert.	2 Octant	0,9430	1 Oct.	Neum.	0,0

1 Poggendorff Ann. XXXV. 141. 309.

n ist unverkennbar, daſs das Barometer im Ganzen gegen
Zeit des Vollmondes regelmäſsig sinkt und gegen die Zeit
Neumondes steigt, daſs aber zugleich um die Zeit des Neu-
es oder bald nach dieser Mondphase ein zweites gerin-
Steigen sichtbar wird, dem ein geringes Sinken voraus-
gen ist. Die geringe Gröſse dieses zweiten Unterschie-
Carlsruhe in so geringer Entfernung von Straſsburg führt
Vermuthung, daſs diese letztere Schwankung an man-
Orten wohl gar nicht vorhanden und daher minder
ist als die erstere seyn könnte. Ein weiterer Einfluſs
anistitien zeigte sich nicht, und es ist nach den hier-
vorhandenen, einander widersprechenden Angaben wohl
muthen, daſs die übrigen Verhältnisse der Mondstände
die Erde von keinem bedeutenden Einflusse sind.

(29) Ueber die veränderliche Quantität der Hydrometeore
ich bloſs die aufgefundenen Verhältniſszahlen[1] in fol-
Tabelle mit.

Mondphase	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Neumond	3,7049	3,9000	5,7930	5,5229	4,74436
1 Octant	3,7591	5,2796	7,0660	5,1473	5,31920
1 Viertel	3,1761	5,0224	6,0674	5,3856	4,85570
2 Octant	3,2208	4,0983	6,4326	5,4672	4,80663
Vollmond	3,4093	4,7642	8,1200	5,5456	5,43032
3 Octant	3,3768	4,3530	5,9793	5,0959	4 68793
Letzt. Viert.	3,3224	5,6315	6,6270	4,9610	5,15966
4 Octant	3,0909	4,2033	5,6196	4,1936	4,27365
Mittel	3,3785	4,6560	6,4702	5,1859	4,91528

s ergiebt sich ein allen Jahreszeiten zugehöriges Maxi-
der Regenmengen um die Zeit des Vollmonds und ein
um um die Zeit des vierten Octanten, beide diesen
phasen entweder etwas vorausgehend oder ihnen nach-
d. Bloſs im Frühling findet hiervon eine Ausnahme
indem dann das Maximum in das letzte Viertel, das Mi-
n aber auf den zweiten Octanten fällt, im Ganzen aber

[1] Eisenlohr nennt diese Gröſse die Dichtigkeit des Regens, wel-
$= \frac{a}{b}$ ist, wenn b die Menge des atmosphärischen Wassers be-
tet, welche in a Tagen herabfiel.

Digitized by Google

ist jenes erste Maximum mit seinem Minimum und ein
tes, gleich nach dem Neumonde eintreffendes, geringeres
ximum nicht zu verkennen. Beachtung verdient aber der
fallende Unterschied zwischen dem Winter und dem Sc
die zwar darin übereinstimmen, dafs für beide das Mi
in den vierten Octanten fällt, darin aber sich wesentlich
einander unterscheiden, dafs im ersten das Maximum e
entschieden in den Neumond, als in dem letzteren in den
mond fällt. Um den Einfluſs der Mondphasen auf die ge
ten meteorischen Processe anschaulicher zu machen, diene
gende Zusammenstellung.

Mondphasen	Barometer	Nasse Tage	Regenmenge	Dichtigkeit d. Regens.
Neumond	27″ 9‴,1461	37143	176219	4,74436
1 Octant	9,0179	37510	199525	5,31920
1 Viertel	9,0044	40000	194228	4,85570
2 Octant	8,7532	42678	205136	4,80663
Vollmond	8,9881	37490	203583	5,43032
3 Octant	9,1228	38828	182025	4,68790
Letzt. Viertel	9,2230	37215	192016	5,15966
4 Octant	9,0160	35373	151172	4,27365
Mittel	9,0356	38269	188103	4,91525

Hieraus geht evident hervor, dafs die Mondphasen einen
fluſs auf die Atmosphäre haben, welcher sich am auffall
sten und regelmäfsigsten in den Schwankungen des Baro
zeigt, indem dasselbe, wenn man zugleich die Untersc
berücksichtigt, seinen tiefsten Stand in der Zeit zwischen
zweiten Octanten und dem Vollmonde hat, welches Min
dann von zwei Maximis, einem im Neumonde, einem a
im letzten Viertel, begrenzt ist, und wovon das erste d
gen kleiner scheint, weil ein kleineres, mit dem vierten O
ten beginnendes Minimum darauf einen Einfluſs äufsert.
der regelmäfsig zeigt sich dieses Gesetz bei den Hydro
ren, vermuthlich weil diese nur secundäre Folgen der
kenden Ursache sind.

130) Gleichzeitig mit diesen Untersuchungen wurden
liche durch Eugen Bouvard[1] angestellt, deren Resultate

1 Quetelet Corr. math. et phys. T. VIII. p. 257.

schende Uebereinstimmung mit den so eben mitgetheilten
. Die benutzten Beobachtungen sind die auf der Pariser
arte angestellten, und zwar dienten für die barometri-
Schwankungen die von 1810 bis Ende 1832, für die
ungsverhältnisse die von 1804 bis 1832 vorhandenen.
ist der synodische Monat berücksichtigt. Da dieser
Tage zählt, so wird der 30ste Tag doppelt genommen
ieser macht also den letzten und den ersten für die
hasen aus. Eine tabellarische Zusammenstellung giebt
: mittleren Barometerhöhen folgende Gröfsen in Milli-

Neumond . . .	755,988	Vollmond . . .	755,578
Erst. Octant . .	755,943	Dritter Octant .	756,222
Erst. Viertel . .	755,717	Letztes Viertel	756,401
Zweit. Octant .	755,376	Viert. Octant .	756,169

AUGERGUES übereinstimmend fällt das Maximum auf das
Viertel, das Minimum auf den zweiten Octanten; nimmt
er das Mittel aus allen Barometerhöhen zwischen Neu-
und Vollmond, und wieder zwischen Vollmond und
nd, so ist das erstere kleiner, das letztere gröfser um
fferenz von 0,34 Millimeter. Ferner ist die Summe
rometerhöhen in den Syzygien geringer als in den Qua-
n, um 0,28 Millimeter, ein Resultat, welches auch
o gefunden hat. FLAUGERGUES erhielt hierfür 0,42
ter, TOALDO 0,46 Millim. und A. BOUVARD (der äl-
er Onkel) 0,69 Millimeter, so dafs diese Thatsache als
nd begründet erscheinen mufs.

r die Hydrometeore sind 359 synodische Monate in
ng genommen. Regentag wird jeder genannt, an wel-
überhaupt hydrometeorisches Wasser sich im Regenmafse
Die gröfste Menge fiel im zweiten Octanten, die ge-
im letzten Viertel, die Differenz betrug 0,17 Millime-
Mittel auf einen Tag. Das Maximum der Regentage
ichfalls auf den zweiten Octanten, das Minimum auf
zte Viertel, der Unterschied betrug 135 Tage; die Re-
ge war in der ersten Hälfte der Lunation gröfser als
zweiten und ebenso die Zahl der Regentage. Auch das
um der Südostwinde, die zu Paris Regen bringen, fällt

Digitized by Google

auf den zweiten Octanten, das Minimum auf das letz
tel; umgekehrt das Minimum der trocknen Nordostwi
den zweiten, das Maximum zwischen das letzte Vie
den vierten Octanten.

Wird der anomalistische Mondlauf untersucht, s
Perigeum das Barometer am tiefsten, die Zahl der R
und die Regenmenge dagegen am gröfsten. Im Apoge
gegen erreicht das Quecksilber im Barometer die gröfst
die Regenmenge kommt auf das Minimum, so wie d
der Regentage. Vom Perigeum zum Apogeum steigt
rometer und die Regenmenge nimmt ab, vom Apoge
Perigeum sinkt das Barometer und die Regentage
Regenmengen nehmen zu, beides ganz regelmäfsig.
stimmt mit PILGRAM's und SCHÜBLER's Behauptunge
überein, und BOUVARD glaubt daher, man müsse dem
bei seinem anomalistischen Laufe nothwendig einen
auf die Atmosphäre beilegen, welcher zwar geringer
der des synodischen Umlaufs, aber doch so sicher a
dafs er unmöglich geleugnet werden könne. Uebrig
im Ganzen diese Wirkungen nur klein in Vergleich
denen, die durch andere Ursachen erzeugt werden, un
liegt der Grund, warum sie so lange verborgen blieb

131) Bei dieser unverkennbaren Uebereinstimm
von verschiedenen Seiten her unabhängig von einande
tenen Resultate kann der Einfluſs des Mondes auf un
mosphäre nicht weiter geleugnet werden und die G
FLAUGERGUES, SCHÜBLER, EISENLOHR und die beid
VARD verdienen den Dank der Physiker und des P
überhaupt, dafs sie sich so mühsamen und langweili
rechnungen unterzogen, um diese übereinstimmend w
aufgefundene Wahrheit aus ihrem Dunkel hervorzuzieh
bei ist es aber aus leicht begreiflichen Gründen e
schwierige Aufgabe, den Zusammenhang dieser Ersch
mit den Naturgesetzen im Allgemeinen aufzufinden,
die theoretischen Untersuchungen zu dem Resultate

---

1 Auch nach AL. v. HUMBOLDT, s. Reise durch die Aeq
gegenden. D. Ueb. Stuttg. 1826. Th. V. S. 700., ist zu S
Bogota die mittlere Barometerhöhe im letzten Viertel am
und im ersten Viertel oder Vollmond am kleinsten.

Digitized by Google

ıtweder gar kein Einfluſs des Mondes auf die Atmo-
, oder nur ein geringer, täglich wiederkehrender statt fin-
ınne, so geht schon hieraus unverkennbar hervor, daſs
riodisch mit dem Umlaufe des Mondes wiederkehrender
: auf einen Widerspruch als auf eine Uebereinstimmung
n bestehenden Naturgesetzen führen müsse. Die Hy-
: von Flaugergues, daſs der Mond in seinen verschie-
Stellungen die Atmosphäre ungleich anziehe, sie da-
leichter mache, ihren Druck auf die Quecksilbersäule im
ter vermindere und dadurch in Folge der entstande-
ftverdünnung die Regenmenge vermehre, unterliegt in
ersten Theile dem bereits angeführten Argumente, daſs
iglichen Umlaufe des Mondes die Oscillationen auf glei-
eise täglich erfolgen müſsten, als dieses bei der Fluth
asser-Oceans der Fall ist, rücksichtlich des zweiten
aber ist sie oben bereits widerlegt worden, indem eine
nung der Luft die Verdampfung vielmehr befördern, als
chläge erzeugen müſste. Schübler's chemischer Ein-
gt in dieser Unbestimmtheit eigentlich gar nichts, steht
it dem anerkannten Naturgesetze im Widerspruche, wo-
eine chemische Wirkung ohne das Zusammentreten ge-
Stoffe statt finden kann, die sich im vorliegenden Falle
ht annehmen lassen; die vermeintliche erkältende Ei-
ft des Mondlichts ist aber ganz unzulässig; denn da
nenlicht ohne Ausnahme erwärmend wirkt, das Mond-
ıer nichts anderes als reflectirtes Sonnenlicht ist, so
lurch diese Hypothese alle Consequenz in der Physik
ben und letztere träte aus dem Gebiete einer exacten
schaft in das einer Anhäufung unzusammenhängender
dersprechender Erfahrungssätze. Eisenlohr sucht den
in einer Anziehung durch den Mond und in dadurch
en Luftströmungen; allein damit ist das eigentliche Ver-
ıicht angegeben und das Hauptargument, daſs diese At-
en täglich wiederkehren müſsten, nicht beseitigt.

2) Man sieht hieraus, daſs bis jetzt eine eigentliche Erklä-
s räthselhaften Phänomens noch gar nicht einmal ernstlich
t worden ist, und ich gestehe gern, daſs ich dasselbe
ür durchaus unerklärbar gehalten habe, bis mir folgende
ese einleuchtete, von welcher ich hoffe, daſs sie all-
befriedigen werde. Es ist oben §. 42. von der wellen-

Digitized by Google

förmigen Erhebung geredet worden, welche in Folge der Er
mung durch die Sonnenstrahlen und bedingt durch die Tra
im Luftoceane erzeugt wird und zweimal binnen 24 Stunde
Wellenberg und Wellenthal um die Erde läuft, durch w
dann die tägliche periodische Oscillation des Quecksilbe
Barometer entsteht. Diese Hypothese als richtig voraus
folgt dann, dafs die Verstärkung dieser Erhebung durch
Anziehung der Sonne sich als unmerkliche Gröfse in der
gleich stärkeren Wirkung durch die Wärme verliert, k
wegs ist dieses aber vollständig der Fall mit der durch
Anziehung des Mondes, obgleich auch diese so gering
dafs sie erst lange nach der Untersuchung dieses Pro
durch Laplace aufgefunden wurde. Denken wir uns
dafs der hiernach täglich zweimal statt findende Welle
gerade durch den Meridian geht, wenn sich der Mond g
falls daselbst befindet, so mufs die Erhebung durch die
ziehung dieses Trabanten vermehrt werden, welcher für
allein nur auf einen zu kleinen Raum gewirkt und sonst
merkliche Veränderung erzeugt haben würde. Beide Wi
gen, die der Erwärmung durch die Sonnenstrahlen und
Anziehung durch den Mond, heben einander auf in
Quadraturen, fallen aber zusammen in den Syzygien, der
her gehobene Wellenberg veranlafst ein stärkeres Abfl
der wärmeren Luft unter dem Aequator, das Barometer
im Ganzen niedriger, die Regenmengen und die südl
Luftströmungen dagegen nehmen zu. Zur Zeit der Conju
der Sonne und des Mondes verliert sich die Wirkung des
teren mehr in der gröfseren der ersteren, zur Zeit des V
monds aber erreicht sie ihr Maximum, und weil die sich
hebende Welle, die Erhebung des Wellenberges, dem L
der Sonne vorauseilt, d. h. nach der gegebenen Darstel
früher eingeleitet wird, früher beginnt, als die Sonne im
Meridian eines Ortes kommt (wenn gleich das Maximum
res deprimirenden Einflusses auf das Barometer erst später
tritt), so fällt die Einwirkung des Mondes in den Syzy
und die derselben entgegengesetzte in den Quadraturen
genau in diese Lunationen, sondern geht ihnen etwas vor

133) Aus dieser Darstellung, wonach der Einfluss
Mondes auf die Witterung eine sehr geringe, aus den
gen Wechseln kaum aufzufindende Gröfse ist, geht zug

ennbar hervor, dafs die Annahme der mit der Mond-
wiederkehrenden Witterung auf durchaus nichtigen
n beruhe. Dieses Resultat ergiebt sich auch aus der
ng und zeigt sich deutlich in dem Umstande, dafs
rsuche, den Gang der Witterung voraus zu bestimmen,
gescheitert sind. Andere angenommene Perioden, z. B.
ährige nach PREVOST[1] oder die 100jährige nach PFAFF[2]
e 19jährige der Windrichtungen, welche im November
ahres beginnen und dann sogleich Nässe oder Trocken-
dingen soll, nach MAC-KENZIE[3], beruhn ebensowenig
ügenden Gründen, und wenn nach der oben erwähnten
ne von GATTERER die Witterungsperioden durch im-
u hinzukommende Bedingungen bis auf mehrere Jahr-
te hinaus verlängert werden, so heifst dieses nichts an-
als dafs gar keine regelmäfsige Periodicität existirt. Zu
Schlufsfolgerung mufs man nothwendig gelangen, wenn
rücksichtigt, wie viele allgemeine, oft in weiten Ent-
gen vorhandene Ursachen den Gang der Witterung be-
, welcher dann durch verschiedene örtliche Einflüsse noch
modificirt wird. Die Zusammenstellung des Weinertrags
temberg in den einzelnen Jahren von 1236 bis 1800 durch
ER[4] zeigt deutlich, dafs die Witterung im Ganzen in
ngen und unbestimmbaren Perioden wechselt, ohne dafs
s jetzt im Stande war, den physischen Grund hierfür
den. Wollte man noch eine gewisse Regelmäfsigkeit
en, so liegt sie vielleicht darin, dafs der allgemeine
er der Witterung rücksichtlich auf Trockenheit oder
Wärme oder Kälte sich meistens einige auf einander
e Jahre hindurch gleich bleibt, weswegen häufig zwei
e Jahre auf einander folgen, von denen das zweite die
ine Disposition hervorstechender zeigt. Als Beispiele
die kalten Winter 1799 und 1800, die trocknen Som-
10 und 1811, dann 1818 und 1819 und wieder 1833
34, so wie die gelinden Winter 1832, 1833 und 1834,

---

[1] Biblioth. Britann. T. XXVI. p. 74 u. 168.
[2] Ueber den heifsen Sommer 1811. Kiel 1812.
[3] Farmer's Magazine. Febr. 1822. Biblioth. univ. T. XIX. p.
[4] Correspondenzblatt des würtemb. landwirthsch. Vereins. Th. 1.

wiewohl auch diese Regel nicht seltene Ausnahmen erl
Ferner herrscht meistens eine gewisse Witterung über
weit ausgedehnten Länderzug, während in andern gera
entgegengesetzte Charakter sich zeigt; so unter ande
grofse Dürre der Jahre 1833 und 1834 im südwestlichen
land, die grofse Kälte in Brasilien im Jahre 1811, als im
lichen Europa die Wärme einen ungewöhnlich hohen Gr
reichte, und die aufserordentliche Kälte in Nordamerica[1] i
nuar 1835, während in hiesigen Gegenden von eigen
Kälte kaum die Rede war. Will man jedoch diesen
meinen Charakter auf bestimmte Zeiten und einzelne Ort
wenden, dann zeigt sich ganz die Regellosigkeit der W
rungsverhältnisse. Ein sehr interessantes Beispiel, w
zugleich als redender Beweis gegen jede allgemeine An
nung von Witterungsgesetzen dient, zeigt die höchst
gleichheit des Wetters an verschiedenen Orten bei Gel
der Sonnenfinsternifs am 19. Nov. 1816. Ganz bedeckt
mel hinderte die Beobachtung dieses Phänomens zu L
Petersburg, Hannover, Wilna, Mannheim, Cassel, M
Dorpat, Mitau, auf dem Harze, zu Danzig, Crac
Dünaburg, Gotha, Hamburg, Stettin, Schwedt, Soldin,
berg, Augsburg, Göttingen; ungünstiges, aber doch
kommene Beobachtungen gestattendes Wetter herrschte z
lau, Königsberg, Kremsmünster, Culm, Warschau, K
Hradisch, Kopenhagen und Bütow in Hinterpommern;
heiteres Wetter endlich zu Berlin, Paris, Zettnim in Me
burg, Prag, Thorn, Dresden, Glatz, Wien, Ofen, M
Stolpe in Hinterpommern, Tangermünde und auf R
Ein anderes, wegen Abwesenheit des blofs Zufälligen
mehr beweisendes Beispiel ist, dafs im Jahre 1783 v
Nov. bis 20. März des folgenden Jahres zu Narbonne
Regen noch Schnee fiel, statt dafs zu Rochelle in einer
fernung von blofs 50 Meilen in den drei ersten Monate
Jahres 1784 bis zum 20. März in 35 Regentagen 8,5
Regen herabfielen, die kleineren Schauer nicht mitgerech

134) Der Einfluſs der Witterung auf so manche

---

1 Ann. Chim. Phys. T. LXI. p. 109.
2 Bode astron. Jahrb. 1820. S. 189.
3 Brandes Witterungskunde. S. 94.

Geschäfte und Verhältnisse, hauptsächlich aber auf landschaftliche Vortheile, hat von jeher das Bestreben rege ...en, das Wetter in voraus zu bestimmen, allein bis jetzt ... alle hierauf verwandte Bemühungen noch zu keinem ge...den Resultate geführt. Allerdings giebt es gewisse Kenn...en, welche für die nächste Zukunft eine ziemlich sichere ...bestimmung gewähren, allein stets bleibt diese noch in ...iedenen Graden schwankend, sie beruht auf einer ge...ten Combination mehrerer Anzeigen und läfst sich da...ücht erlernen, sondern nur durch längere Uebung erlan...eine Voraussagung auf längere Zeit mufs aber, nach den ...gepflogenen Untersuchungen, als ganz unzulässig erschei... Da jedoch diese Frage ohne Unterlafs aufs Neue venti...wird und wegen ihres hohen allgemeinen Interesses die ...erksamkeit so vieler Menschen in Anspruch nimmt, so ... gewifs nicht überflüssig, dasjenige zusammenzustellen, ...ich hierüber bestimmen läfst.

...Zuerst hat Gronau[1] durch eine Zusammenstellung der ...en und vulcanischen Ausbrüche, die in 119 Jahre wäh...eines Zeitraums von 801 bis 1808 fallen, vollständig er..., dafs diese Phänomene weder mit dem Stande des ...ters noch mit dem Verhalten des Wetters in irgend ei...Zusammenhange stehn. Viele nehmen an, dafs der Win...ein Prognostikon des Sommers abgebe oder umgekehrt, ...tlich dafs auf heifse Sommer kalte Winter und auf stren...Winter heifse Sommer folgen, allein obgleich dieses zu...n eintrifft, so läfst es sich doch keineswegs als Regel ...hten. Vor einigen Jahren wurden in mehrern öffentli...Blättern folgende Regeln bekannt gemacht. 1) Ist die ...re Temperatur des Juli ganz oder beinahe der des Au...gleich, so folgt ein mäfsig kalter Winter. 2) Ist der ...kälter als der August, so folgt ein gelinder Winter. 3) Ist ...Juli heifser als der August, so folgt ein kalter Winter. ...n Schön[2] hat aus 22jährigen Beobachtungen erwiesen, ...diese Regel kaum öfter zutrifft, als täuscht, dafs sie aber

---

[1] Schriften d. Ges. Naturf. Freunde. 3. Jahrg. 1809. S. 249.

[2] Oekonom. Neuigkeiten und Verhandlungen. 1830. N. 48. S. ... Correspondenz von u. für Deutschl. 1830. N. 94 Vergl. Kastner ...ik. Th. II. S. 386.

Digitized by Google

an Wahrscheinlichkeit zunimmt, wenn man die Temp des Octobers zugleich berücksichtigt. Ist nämlich der heifser als der August und zugleich der October kalt, überhaupt kalte Stürme mit Graupeln in die zweite Hälfte Octobers, so folgt ein strenger Winter. Als nicht ganz werfliche Vorzeichen des allgemeinen Charakters der W rung dienen ohne Widerrede diejenigen Gestaltungen dess welche in die Zeiten der Wendepuncte der Sonne fallen, sich auch aus dem Einflusse der hierdurch bedingten strömungen und tropischen Regen leicht erklären lass der Regel pflegt das Wetter zur Zeit der Solstitien und nenwenden einen bestimmteren Charakter anzunehmen dann im Ganzen diesen beizubehalten, weswegen auch hierauf gegründeten, an gewisse Tage gebundenen Prop ungen der Landwirthe keineswegs ganz verwerflich sind. unsicherer sind die aus den Lunationen hergenommenen geln, sofern sie sich hierauf beziehn, wie hoch man auch alten Zeiten diese durch Pilgram[1] vorzüglich hervorg nen zu stellen pflegt. Schübler[2] hat untersucht, mit cher Wahrcheinlichkeit sich vom 3ten, 4ten und 5ten Mo tage auf das Verhalten der Witterung im ganzen folgen Mondmonate schliefsen lasse, und aus dem Resultate geh lerdings mindestens einige Wahrscheinlichkeit der Schlu gerungen hervor, allein dieses Resultat ist täuschend, erstlich werden die Regentage oder heiteren Tage, welch Vorzeichen dienen sollen, in der Summe mitgezählt, die durch also wachsen mufs, und aufserdem behält die b hende Witterung ihren angenommenen Charakter in der R einige Zeit bei, weswegen man nach jeder anderen Per gleich richtig schliefsen würde. Auf diese Regelmäfsig im Verlaufe der Witterung, wenn sie einmal einen besti ten Charakter angenommen hat, beziehen sich auch die b Lampadius[3] bemerkten Perioden, deren Grund nach Dov Untersuchungen in einer nach gewissen Gesetzen erfolge

1 Ueber das Wahrscheinliche der Wetterkunde. Wien Abth. II. S. 438. Die bekannte Regel heifst: *Prima, secunda tertia aliquid; quarta et quinta qualis, tota est lunatio talis.*

2 Grundsätze der Meteorologie u. s. w. Leipz. 1831. S. 192.

3 Schweigg. Journ. Th. LVII. S. 266.

4 Poggendorff Ann. XI. 545.

Pogge

ung des Windes zu suchen ist. Das beste Mittel zur
estimmung der nahe bevorstehenden Witterung bleibt
noch das Barometer, jedoch lassen sich die Regeln,
ch man von seinen Schwankungen auf die Veränderun-
des Wetters schliefsen mufs, nicht allgemein angeben,
sie müssen aus mehrjähriger Erfahrung abstrahirt wer-
denn oft steigt es vor dem Regen und während dessel-
nd oft ist heiteres Wetter mit seinem niedrigen Stande
den, beides aus den über seine Schwankungen in Folge
ender Luftströmungen oben mitgetheilten Untersuchun-
icht erklärbar. Als allgemeine Regel aber läfst sich an-
n, dafs man um so mehr auf dauerndes gutes Wetter
n kann, je anhaltender die regelmäfsigen Oscillationen
mittleren Stande oder über demselben sich vorherrschend
, also wenn das Quecksilber des Morgens nach 9 Uhr
um Mittag etwas sinkt und am Abend seine Höhe wie-
reicht oder ihr nahe kommt, hauptsächlich aber nach ei-
ringen Sinken während der Nacht oder früh Morgens
gegen 10 Uhr etwa nicht hinter dem Stande des vorigen
zurückbleibt. Ueberhaupt ist das Steigen des Barome-
Abend bis zum andern Morgen ein sichereres Zeichen
lenden heiteren Wetters, als wenn dieses während des
folgt, ja ich möchte es als ein Vorzeichen sehr ver-
cher Witterung angeben, wenn wiederholt ein Steigen
ge mit einem Sinken während der Nacht verbunden
trüglich wenn die Gröfse des letzteren die des ersteren
ft. Endlich deuten schnelle Wechsel des Barometer-
auf veränderliches Wetter, geringe und noch mehr
ftes Verhalten auf beständige Witterung[1].

35) Die sonstigen gewöhnlichen Vorzeichen der Witte-
ung Schübler[2] sehr vollständig angegeben: sie lassen
sser durch Uebung als aus Beschreibungen erlernen.

[1] Die oben §. 60. bereits erwähnte Angabe von Parry, dafs das
ter vom 74sten Breitengrade an die Veränderungen des Wet-
ht im voraus verkündigte und erst vom 60sten Grade an diese
ne Eigenschaft wieder zeigte, steht bis jetzt noch allein und
rf durch weitere Beobachtungen bestätigt oder widerlegt wer-

[2] Grundsätze der Meteorologie. S. 191. Vergl.: der untrügliche
prophet oder gründliche Anleitung u. s. w. Carlsruhe 1812. 8.
Bd.

Es gehören dahin zuerst die aus der Beschaffenheit der A sphäre entnommenen, die im Ganzen darauf hinauslaufen, die Anwesenheit grofser Feuchtigkeit der Luft auf bev henden Regen schliefsen läfst; dahin gehören die durch handene Dunstkügelchen oder Eistheilchen erzeugten Hö Sonne und Mond, die Nebensonnen und Nebenmonde, doch nicht sichere Vorboten von Hydrometeoren sind, sich die Dünste wieder auflösen können. Ein rothes A des Mondes soll Wind, ein blasses Regen, ein helles H keit des bevorstehenden Wetters andeuten[1], sicherere Z aber giebt die Sonne, indem Regen bevorsteht, wa trübe aufgeht, und noch sicherer, wenn nach ihrem Unt an der Stelle, woher der Wind weht, Wolken auf Ebenso folgt auf Morgenröthe mit ebenso überwiegender scheinlichkeit Regen, als auf Abendröthe heiteres Wetter. Schübler ersteres im Verhältnifs von 61,6 zu 6,8, b wie 63,7 zu 16. Erscheinen insbesondere des Abends und Anhöhen näher, sind sie vorzüglich klar und sch grenzt, glänzen und funkeln die Sterne vor Mitternach so deutet dieses auf Regen, weil dann südliche und w warme Luftströmungen eine kurzdauernde Auflösung de serigen Dünste bewirken. Nichts deutet so sehr auf an regnerisches Wetter, als wenn die Strahlen der untergeh Sonne eine auffallende Beleuchtung der Gegenstände mit kupferfarbigen sehr gelben Lichtstrahlen hervorbringen[2]. bel geben wenig sichere Anzeigen, auch sind letztere a schiedenen Orten ungleich, doch kann im Allgemeinen werden, dafs Winter- und Sommernebel Niederschläge, H nebel, hauptsächlich im August, September und October teres Wetter verkünden; dagegen ist das Ansammeln v belwolken um die Spitzen hoher benachbarter Berge Bergschluchten, ferner das sogenannte Rauchen der Berg sicheres Vorzeichen wässeriger Niederschläge. Thau,

---

Senebier in Journ. des Sciences utiles. Daraus in Gothaisch Th. VIII. St. 2. S. 1.

1 Aratus sagt schon: *Pallida luna pluit, rubicunda fat serenat.*

2 Vergl. H. Davy in Salmonia. Daraus in Edinb. New Phil. N. X. p. 387.

3 Vergl. *Nebel.* Bd. VII. S. 20.

e ein starker, läfst auf heiteres Wetter schliefsen, das
iben desselben bei heiterem Himmel und nicht erfol-
Abkühlung der Nacht deuten mit hoher Sicherheit auf
und regnerisches Wetter. Die stärkere Verbreitung
ner Stoffe, sowohl der wohlriechenden als auch insbe-
von fauligen Stoffen, hauptsächlich bei Nacht, deuten
gerisches Wetter, weil die Dünste in der Luft diesen
nen zum Vehikel dienen, und ebenso der hellere Schall,
er von Süden oder Südwesten herkommt, noch mehr
des Brausen aus jenen Gegenden, weil es durch Luft-
gen in dieser Richtung, letzteres insbesondere in hö-
Regionen der Luft, erzeugt wird.

9) Ein hoher Grad der Feuchtigkeit der Atmosphäre,
dere wenn er mit ungewöhnlicher Wärme verbunden
ret auf baldigen Regen; denn eine erfolgende Abküh-
ls Niederschläge zur Folge haben. Wird daher ein
cher Feuchtigkeitszustand durch das Hygrometer ange-
ge darf man auf baldige Hydrometeore rechnen; allein
auf hierzu der eigentlichen Apparate nicht, vielmehr
s Schwitzen der Wände, das Feuchtwerden des Stein-
nd steinerner Treppen, das Zerfliefsen des Kochsal-
Quellen des Holzes, das Ansetzen und Glimmen des
in den Pfannen und Töpfen, insbesondere das Ankle-
frisch gemahlenen Kaffees an den Wandungen der
gleichzeitig auf beides und wird daher in den Oe-
n zur Voraussagung nassen Wetters benutzt, so wie
entheil als Vorzeichen heiterer Witterung dient. Auf
den Regen, wenn er auch nur von kurzer Dauer
heftiger Kälte begleitet ist, ja selbst wenn nachher
e zunimmt, folgt fast ohne Ausnahme Thauwetter
etwa 48 Stunden. Das Knacken der hölzernen Meu-
ches nördlichen und östlichen Winden vorauszugehn
ist eine Folge der schon vorausgehenden Trocknifs.
erklärt sich das Tönen der in einem Schranke aufge-
Gläser vor einem Sturme, welches Belmont[1] beob-
und unrichtig von der Elektricität ableitete. Was man
eichen aus dem Pflanzenreiche anführt, dafs nämlich
Gewächse ihre Blätter und Blüthen in den sogenannten

[1] Ann. Chim. Phys. T. XXXVI. p. 418.

Schlafzustand legen, ist vielmehr als Folge der schon
nenden wässerigen Niederschläge zu betrachten, doch
das Hervorschiefsen mancher Schwämme, namentlich
Gattung *Agaricus*, schon vorauszugehn. Sonstige Vor
als das späte und vollständige Blühen mancher Heide
mentlich der *Erica vulgaris*, welches einen strengen
verkündigen soll, sind im Ganzen sehr unsicher.

137) Die Vorzeichen aus der Thierwelt sind unt
die räthselhaftesten und doch mitunter die sichersten.
ruhn im Ganzen auf der Empfindlichkeit der Nerven
atmosphärische Einflüsse, jedoch ist damit bei weite
alles und eigentlich wohl nichts erklärt. Dahin ge
Ermattung und das drückende Vorgefühl der meisten Me
vor Gewittern, das Schmerzen alter Narben, das Juck
Stechen der Frostbeulen und Hühneraugen, die Anf
Kopfschmerzen und Gichtübeln von bedeutenden We
änderungen, deren Erklärung bis jetzt unmöglich w
den vielen Vorzeichen bei Säugethieren erwähne ich
begierige Fressen der Schafe und das Grasfressen der
vor dem Regen, bei Vögeln aufser den Kennzeichen,
von den Zugvögeln herzunehmen pflegt[1], das ungew
Schreien, Singen und Krähen, so wie die Begierde
dens und sich dem beginnenden Regen auszusetzen,
Fröschen die bemerkbare Unruhe und das viele Quake
den Insecten das Stechen der Schnaken, die Gesch
der Ameisen und die Trägheit der Bienen. Man pfleg
her Laubfrösche in Gläsern zu halten, um sie als Wet
pheten zu beobachten, ebenso Blutegel und die soge
Wetterfische oder Schlammpizger (*Cobitis fossilis Bloch*
che alle vor Regen und Sturm unruhig werden und im
am Boden der Gefäfse wühlen. Auch die Spinnen gal
langer Zeit für Verkündiger des Wetters, sie kamen
hohen Credit, als Quatremère d'Isjonval[2] auf ihre
gen bevorstehende Kälte prophezeite, die auch wirkl
folgte und dem französischen Heere das Eindringen
Niederlande möglich machte. Seitdem sind sie mit ver
Aufmerksamkeit von sehr vielen Meteorologen beobachtet w

1 Vergl. Kastner Archiv für Chem. u. Met. Th. IV. S.
2 Araneologie. Frankf. 1798. 8.

it wenige derselben, unter denen ich nur Orphal[1], nberg[2] und J. Weber[3] nennen will, stellen sie in ziehung sehr hoch; ich gestehe jedoch offen, dafs ich so- von diesen angegebenen Regeln in Anwendung zu brin- auch aus eigenen Beobachtungen solche zu abstrahiren abe, ohne zu einem genügenden Resultate zu gelangen. übler[4] steht regnerisches und stürmisches Wetter bevor, Spinnen ihr radförmig ausgespanntes Gewebe zum bst zerreifsen, in ihre Löcher und Schlupfwinkel zu- n, überhaupt weniger sichtbar sind, und wenn ei- gespinnen sich mitten in den Wohnungen an Fäden n, ohne sie am Boden zu befestigen, vielmehr an rade wieder in die Höhe steigen.

Literatur der Meteorologie ist sehr reich, inzwischen vorzüglicheren Werke und Abhandlungen gelegentlich vorden und es scheint mir daher genügend, wenn ich las kurze, zur Erlangung einer Uebersicht des Gan- geeignete Werk von Schübler und das grofse, sehr dem forschenden Meteorologen unentbehrliche von beide mehrmals von mir erwähnt, nochmals beson- e[5].

M.

Wetterpropheten im Thierreiche u. s. w. Leipz. 1805.
tteranzeige u. s. w. Wien 1819.
Spinnen sind Deuter des kommenden Wetters. Landshut

. O. Aehnliche Regeln empfiehlt Kraus in Correspon- würtemb. landwirthschaftl. Vereins. Stuttgart 1829. 15ter 3.

er den älteren Werken ist Lambert Vorschläge zu ver- Beobachtungen u. s. w. Aus d. Franz. 1788. zu empfehlen. neueren: Senebier Météorol. pratique. Par. u. Gén. 1810. about atmospheric phenomena. By Thow. Forster. 2d. 1815.

Digitized by Google

kensprühen vor mehreren Augenzeugen vom Himmel herab, durch 12 Zoll Dammerde und 6 Z. Kreideboden, wa heifs beim Herausnehmen und roch nach Schwefel[1]. A auf auch die Nachricht einging, dafs gleichfalls am 1 1798 zu Krakhut bei Benares in Bengalen aus einer Feuerkugel mit donnerartigem Getöse mehrere Steine h fallen seyen[2], und da diese Thatsache nicht bezweifelt konnte, weil Davis, der Richter des Districts, sie untersuchen liefs, als insbesondere die dort gesammelten mit dem englischen verglichen sich blofs durch ungleich heit des Korns unterschieden, so ging man in England, zwar zuerst King[3], demnächst Howard[4], allgemei Glauben an die Wirklichkeit von Meteorsteinfällen über. durch wurden dann auch die französischen Gelehrten gen, ihre Zweifel aufzugeben, und das Institut benut erhaltene Nachricht von einem am 26. April 1803 b im Dep. de l'Orne statt gehabten Steinfalle, um durch Constatirung der Sache jeden künftigen Widerspruch fernen. Biot wurde zur Untersuchung des ganzen E hingesandt, überzeugte sich von der Wirklichkeit d sache, stattete einen vollständigen Bericht über alle und Nebenumstände ab[5] und man kann sagen, dafs durch alle bis dahin noch gehegten Zweifel gänzlich wurden. Die letzte öffentliche Untersuchung einer solch tigen Begebenheit ist von der österreichischen Regierung staltet worden, indem v. Schreibers und v. Widmans nach Stannern in Mähren reisten, um von dem, einer tenen Anzeige nach, dort am 22. Mai 1808 statt gehab teorsteinfalle sichere Kunde einzuziehn[6]. Durch alle Bemühungen wurde nicht blofs die Sache selbst völlig

---

1 Gentlemans Maguzine 1796. Febr.

2 Philos. Trans. 1802. G. XIII. 291.

3 Remarks concerning stones said to have fallen from th in these days and in the ancient times. Lond. 1796.

4 Philos. Trans. 1802.

5 Mémoires de l'Institut. T. VII. G. XVI. 44.

6 Vaterländische Blätter für den österreichischen Kaiserst N. 13. Auf gleiche Weise wurde über den Meteorsteinfall b sely in Mähren am 9. Sept. 1831 ein genaues Protocoll aufge Zeitschrift für Physik u. verwandte Wissensch. Th. I. S. 198

ist, sondern man lernte auch das ganze Phänomen mit sei-
Eigenthümlichkeiten so genau kennen und wurde mit der
und den Bestandtheilen der herabgefallenen Massen so
vertraut, dafs es seitdem leicht ist, die Zuverlässigkeit
Nachrichten und die Aechtheit der für meteorisch aus-
enen Fossilien zu prüfen; es bedarf daher bei ähnlichen
issen solcher weitläuftigen Untersuchungen nicht mehr, und
ann, wenn die Umstände abweichend und die gefunde-
Substanzen von ganz verschiedener Beschaffenheit sind,
rathsam, eine genaue Prüfung vorzunehmen, um mit
heit beurtheilen zu können, was für Stoffe überhaupt
ese Weise zur Erde kommen. Dieses geschah bei der-
n sehr alkalischen Masse, welche nach erhaltenen Nach-
n am 6. Aug. 1820 bei Ovelgönne im Oldenburgischen
Himmel gefallen und einen Heuhaufen entzündet haben
. Da diese Substanz von allen früheren bedeutend ab-
, so war es von grofser Wichtigkeit, durch Verwendung
m Regierungs-Präsidenten v. Berg eine legale Untersu-
des ganzen Ereignisses zu erwirken, aus welcher sich
rgab, dafs der Blitz den Heuhaufen entzündet und das
dene Feuer aus der grofsen Menge Heu eine beträcht-
hr alkalische, poröse und lockere Masse zusammenge-
kten hatte, wie sie auch sonst wohl in verbrannten Heu-
Strohmagazinen gefunden werden[1].

(2) Es ereignet sich aufserordentlich häufig, dafs meteo-
e Massen aus Feuerkugeln vom Himmel fallen. Chladni
lle ihm bis zum Erscheinen seines Werkes bekannt ge-
dene Fälle gesammelt und sonach ein sehr vollständiges Ver-
nifs aufgestellt. Dieses ist von ihm seitdem theils ergänzt,
s fortgesetzt[2] worden und nach seinem Tode ist Letzteres
h v. Hoff[3] geschehn. Die hierin zusammengestellten
richten sind weit genauer und reichhaltiger, als die in
igen Verzeichnissen enthaltenen, die deswegen keine nä-
Erwähnung verdienen. Zu den interessanten, von

1 G. LXVI. 328. LXXIII. 379.

2 In G. LXVIII. 329. LXXI. 359. LXXV. 229. Poggendorff
II. 151. VI. 21 u. 161. VIII. 45. Schweigger's Journ. XXXVI.
XLIV. 475.

3 Poggendorff Ann. XVIII. 174 u. 315. XXIV. 222. XXXIV.

Digitized by Google

Chladni nicht aufgefundenen Nachrichten von Meteorsteinfä
gehören jedoch die durch J. v. Hammer[1] mitgetheilten, wo
im Jahr 856 ein 135 ℔. schwerer Stein in Aegypten, um
eine Masse Meteoreisen in Kleinasien und 1740 zwei Meteorst
in Rumelien im Angesichte mehrerer Augenzeugen vom Him
fielen. Auch L. Bossi[2] hat ein reichhaltiges Verzeichni
alten Zeiten beobachteter Meteorsteinfälle aufgestellt, ein
res, von Chladni benutztes, hat Jameson[3] mitgetheilt
C. Ritter[4] einige interessante Nachrichten aus dem Ori
bekannt gemacht. Zwei Fälle, den einen eines Meteor
und den andern von Meteoreisen, welches mit gewöhnli
verbunden zu Schwertern ausgeschmiedet wurde, enth
Wilken[5] aus einem arabischen Manuscripte. Einer der n
sten Meteorsteinfälle ereignete sich im Departement Ai
13. Nov. 1835, also gerade an dem Tage der so ung
zahlreichen Sternschnuppen, und zeichnete sich noch ob
dadurch aus, dafs der Meteorolith ein Haus anzündete[6].
Nachricht von einer Feuerkugel, welche Ménobréa[7] am
Febr. 1836 im Thale Suse zwischen St. Ambrosius und
gesehn haben will, die sich von der Erde zu 30 Fufs e
nach Art frei verbrennenden Schiefspulvers mit einem G
wie ein römisches Licht zerplatzte und eine Art weifsen
vers herabfallen liefs, ist wohl noch rücksichtlich ihrer
heit zweifelhaft. Wenn man auch berücksichtigt, dafs m
der aufgezählten Fälle noch problematisch sind, so ist de
ihre Zahl unglaublich grofs. In Frankreich wurden von
bis 1815, also in einem Zeitraume von 26 Jahren, 10
Ereignisse beobachtet. Chladni[8] berechnet den Flächen
über welchen sich diese Steinfälle erstreckten, zu 6000
dratmeilen, und da dieser sich zu dem der ganzen Erde
1 zu 2000 verhält, so läfst sich nach v. Schreibers mit
fser Wahrscheinlichkeit annehmen, dafs überhaupt in d

1 Wiener Zeitschrift. Th. VII. S. 264.
2 Brugnatelli Giorn. T. IV. p. 313.
3 Edinb. Philos. Journal. N. II. p. 221.
4 Poggendorff Ann. XVIII. 621.
5 Ebend. XXVI. 350.
6 Eb. XXXVI. 562. XXXVII. 460.
7 Biblioth. univ. 1836. T. I. p. 145.
8 A. a. O. S. 93.

me mindestens 18000 Meteorsteinfälle statt gefunden
da man doch nicht füglich jene Gegend für vorzugs-
begünstigt halten kann und es aufserdem fraglich bleibt,
r jener Strecke alle einzelne Erscheinungen beachtet und
t gemacht worden sind. Hieraus geht aber das Resultat
dafs der Meteorsteinfälle im Durchschnitt auf jedes
)0 für die ganze Erde oder für jeden Tag 2 kommen[1].
in gewissen Jahren häufiger sind als in andern, dar-
t schwer zu entscheiden, und es müfste jemand, um
'rage auch nur annähernd zu beantworten, eine gerau-
ihe von Jahren hindurch anhaltend mit gleicher Sorg-
e ihm bekannt werdenden Nachrichten aufzeichnen. Auf
Fall verwirft Chladni jede Periodicität und hält die
ITTER[2] aufgestellte Hypothese, wonach die Meteor-
le mit den Nordlichtern wechseln sollen, für durchaus

Wenn aus den Feuerkugeln Meteorsteine herabfallen,
das Getöse ihres Zerplatzens ausnehmend stark. Bei
örte man dasselbe über eine Fläche, deren Radius auf
ues geschätzt wurde, es glich 3 bis 4 Kanonenschüssen
rauf folgendem kleinen Gewehrfeuer und soll 5 bis 6
n gedauert haben; bei Stannern soll das Getöse sogar 8
n lang gehört worden seyn und die Erschütterung der Luft
den Schall fühlte man bis auf eine Entfernung von 10
. An dem ersteren Orte fielen gegen 2000 Bruchstücke
einen, deren gröfstes 17,5 ℔. wog, das kleinste aber
Quentchen; sie lagen über einer elliptisch gestalteten
nz. Meilen langen und 1 Meile breiten Fläche so ver-
dafs im Anfange der Explosion aus der fortbewegten
ugel die meisten und gröfsten Steine herabgefallen wa-
m letzteren Orte hatte die Fläche, worauf die Steine
en wurden, gleichfalls eine längliche Gestalt, auch lag
einen Seite derselben in der Richtung, in welcher das

Man hat hiergegen eingewandt, dafs irgend ein anderes Land,
nn angenommen, ein abweichendes Resultat gegeben haben
Von grofser Bedeutung ist dieser Einwurf nicht, denn der
der gröfseren Zahl kann nur darin liegen, dafs Frankreich
sehr bevölkert ist und Erscheinungen dieser Art dort sowohl
iner beachtet, als auch schneller bekannt gemacht werden.

Digitized by Google

Meteor sich bewegt hatte, die gröfste Menge von Ste
Die sogleich nach ihrem Herabfallen aufgefundenen M
waren heifs, zuweilen noch glühend, und viele zeigten S
von Eindrücken, woraus man schliefsen mufste, dafs sie
gewesen waren, namentlich färbte der die Rinde bil
schwarze Ueberzug der bei Stannern gefundenen die
schwarz und klebte nach Art der Wagenschmiere. Die
bis zu welcher die Steine in die Erde eindringen, ist se
gleich; am gröfsten war sie bei der am 26. Mai 17
Hradschina im Agramer Comitate herabgefallenen 71 ℔. s
ren Eisenmasse und betrug nach der darüber aufgenom
Urkunde 3 Klafter[2]; der 33 ℔. schwere Stein vom
1583 zu Castrovillari in Abruzzo drang 3 Ellen tief ein[3]
dere weniger tief, bis auf einige Zoll.

4) Eine eigentlich genaue Kenntnifs der äufseren
und des Aussehns der Meteormassen kann blofs die eig
schauung geben, wozu die reiche Sammlung im M
Cabinette zu Wien das beste Hülfsmittel darbietet,
mangelung dessen aber giebt das angezeigte Werk v. S
BERS mit den ausnehmend ähnlichen Zeichnungen der b
testen vorhandenen Proben die vollständigste Vorstellung
sich auf diese Weise erlangen läfst. Die Gestalt der M
steine ist regellos und mannigfaltig verschieden, dennoch al
v. SCHREIBERS zuerst wahrgenommen[4] und CHLADNI
bestätigt gefunden, dafs ihnen im Ganzen ein ungleichse
drei- und vierseitiges Prisma und eine mehr oder w
vollkommene verschobene Pyramide zum Grunde liegt,
cher Typus sich in einigen, zur Trappformation geh
terrestrischen Fossilien wieder findet, die den Meteorst
auch in anderer Beziehung ähnlich sind. Die Flächen
Steine sind nur selten fast eben, meistens gebogen und
so, dafs der Convexität der einen Seite eine Concavität a
andern gegenüber steht, woraus hervorzugehn scheint, da

1 Beiträge zur Geschichte und Kenntnifs meteorischer Stein- u. Metallmassen von C. v. SCHREIBERS. Wien 1820. fol. S. 87. Eine Ge der Umgegend von Stannern versinnlicht die Sache.

2 STÜTZ Bergbaukunde 1790. Th. II.

3 TOMMSO COSTO Istoria di Napoli. Venez. 1613. T. III. p.

4 G. XXXI. 52.

in grofse und kleine Stücke getrennt wurde, als die
, nach allen Umständen zu schliefsen, sich in einem
Hitze erweichten Zustande befand und durch die im
sich entwickelnden Dämpfe blasenartig ausgedehnt, zu-
aber zersprengt wurde. An den abgerundeten Ecken
meistens drei, selten vier Seiten zusammen. Bei man-
Meteorsteinen, namentlich denen, die viele eckige und
e Körper enthalten, zeigen sich kleinere und gröfsere
fungen, oft in grofser Menge, auf der Oberfläche.

Alle Meteorsteine (den von Chantonay von 1812 etwa
nommen) sind auf ihrer Oberfläche, da wo kein frischer
vorhanden ist, mit einer dünnen schwarzen Rinde über-
. Nach Chladni und v. Schreibers[1] übersteigt die
derselben 0,25 Linie, ändert also die Gestalt nicht und
die Oberfläche nicht ebener; sie ist bei verschiedenen
plätzen, selbst bei solchen, die gemeinschaftlich herab-
, und an einzelnen Stellen oft sehr ungleich. An den
en ist sie schwarz und wenig glänzend, an andern schwarz-
und matt oder etwas glänzend, wie ein Lack, an noch
schwärzer und matt metallisch glänzend, in welchem
e stärker auf den Magnet wirkt, an einigen ist sie sogar
ig glänzend, an einigen mehr zusammenhängend, an
rissig, an manchen Stellen ist sie so hart, dafs sie am
Feuer giebt, an andern, besonders wenn die Steine selbst
und zerreiblich sind, ist sie weich. Bei einigen Stei-
ist etwas von der Rinde selbst in das Innere eingedrun-
und insbesondere ist dieses da der Fall, wo sich Risse
n. An einigen Stellen ist die Rinde geadert und blätter-
g, zuweilen zeigt sie sich etwas wulstig, oder es befin-
sich an Stellen, wo sie im Ganzen fehlt, einige durch
mmenhängende kleine Kügelchen gebildete Streifen. Nach
Versuchen von v. Scheerer[2] und v. Schreibers ent-
eine solche Rinde nicht, wenn man die Masse der Me-
teine durch einen Brennspiegel oder in der heftigsten
e eines Porzellanofens zur Schmelzung bringt, vielmehr
dann die Substanz rothbraun oder schwarzbraun, statt
die natürliche Farbe unter der Rinde die gewöhnliche

[1] G. XXXI. 52.
[2] G. XXXI. 1 ff.

Digitized by Google

graue oder gelblichgraue des Innern der Meteorsteine ist etwas weniges ähnliche Rinde läfst sich erzeugen, wenn die Oberfläche einige Zeit unter Glas oder unter Kupfer schmolzen erhält. Beide Gelehrte sind daher der Meinung, die Rinde entstehe durch einen elektrischen Schlag während des Fallens, wodurch blofs ein Theil der Oberfläche geschmolzen werde, ohne dafs die Erhitzung sich der ganzen Masse mittheile oder eine eigentliche Oxydation während der kurzen Dauer dieses Processes statt finde, Chladni dagegen läugnet zwar die Mitwirkung der Elektricität nicht in Abrede, glaubt aber, die Rinde entstehe hauptsächlich durch Hinzutritt von geschmolzenem Schwefel mit etwas Eisen und Kohlenstoff von aufsen, welche Substanzen während der Entstehung am leichtesten aus der Masse verdampften; es dürfte aber schwer seyn, sich eine klare Vorstellung davon zu machen, wie diese Bestandtheile erst durch Verdampfung sich von der Grundmasse trennen und dann zum Theil als Rinde sie wieder überziehn sollten, ein anderer Ursprung derselben ist jedoch kaum undenkbar. Dabei verdient aber hauptsächlich bemerkt zu werden, dafs die Rinde häufig anfangs weich, ja flüssig und schmierig gefunden wurde. Minder bedeutend scheint mir zu seyn, dafs bei einigen Meteorsteinen mehrentheils stellenweise ein doppelter Rinden-Ueberzug vorhanden ist.

6) Die Meteorsteine haben eine gewisse eigenthümliche Beschaffenheit, wodurch sie sich von allen irdischen Fossilien unterscheiden, aber dennoch zeigen sie eine so grofse Verschiedenheit unter einander, dafs Chladni es für schwer hält, ihren allgemeinen Charakter anzugeben. Nach dem erfahrensten Kenner derselben bestehn sie gewöhnlich aus einem hellen oder dunklen grauen Cemente, worin sich gediegenes Eisen in Puncten oder Zacken, Schwefeleisen in Körnern oder in gröfseren runden, eckigen und länglichen Stücken, braune Flecke von Eisenoxyd, kleinere oder gröfsere runde und ovale Körner einer härteren Steinart, kleine Massen einer weifsen erdigen Substanz, die Kalk- oder Thonerde zu seyn scheinen, kleine Theilchen, die mit Feldspath, einige auch mit Olivin, Aehnlichkeit haben, eingebacken finden. Die Steine beim Herabfallen weich und zerreiblich sind, auch im Fall in einem höhern Grade, als eine geraume Zeit nachher, wie dieses namentlich bei den unweit Stannern herabgefallenen

zeigte, so ist zu verwundern, dafs nicht mehr derselben
ädigt oder stärker zerschlagen, vielmehr nur etwa mit
efsenen Ecken oder flachen Eindrücken, gefunden wur-
Scherer[1] findet die Ursache hiervon in einer absto-
n Kraft der ihnen eigenen Elektricität, allein diese Hy-
e bedarf wohl keiner Widerlegung. Ein grofser Theil
underbaren fällt weg, wenn man berücksichtigt, dafs
isten Meteorsteine auf lockeres Erdreich fielen, manche
llte Stücke aber eben deswegen nicht aufgefunden wur-
weil sie alsdann unkenntlich waren, und vielleicht ist
Zerreiblichkeit gleich nach dem Entstehn so sehr ihre
schaft, dafs nur die weich auffallenden erhalten worden sind;
die tief in die Erde eingedrungenen waren Metallmassen.
Widerstand der Luft kann so sehr nicht in Anschlag kom-
da sie viel specifisch schwerer sind und mindestens aus
r Höhe herabfallen, als die Hagelkörner, die häufig stark
agen werden, wohl aber ist die geneigte Richtung ih-
llens, die sie beim Zerplatzen annehmen und die schon
n weiten Raume, über welchen sie zerstreuet liegen, her-
, sehr in Anschlag zu bringen. Die Dichtigkeit der Steine
verschieden, einige sind so locker, dafs sich Luft hin-
lasen läfst und sie das Wasser begierig aufsaugen, an-
ind sehr fest, noch nie aber, mit Ausnahme des von
ay (1812), sind Höhlungen oder Blasenräume darin
den worden. Das *spec. Gewicht* ist im Mittel ungefähr 3,5
echselt mit der Dichtigkeit und der ungleichen Menge des
eingeschlossenen Eisens. Am geringsten war es bei dem
Alais (1806), nämlich nur 1,94, am stärksten bei dem
Tabor (1753), nämlich 4,28, bei den von Stannern
nkte es zwischen 2,95 und 3,16. Ebenso ist die Wir-
auf den Magnet verschieden und hängt von der Menge
der Oxydation des eingeschlossenen Eisens ab.

7) Das nickelhaltige Eisen, welches einen vorzüglichen
ndtheil der Meteorsteine ausmacht, findet sich in densel-
ls rundliche Körner oder regellose Stückchen, es giebt
ufserdem noch bedeutende Massen von solchem Eisen,
e gewifs oder ihrer Beschaffenheit nach zu schliefsen
lfalls meteorischen Ursprungs sind. Das vorzüglichste

1 G. XXXI. 1.

Digitized by Google

Exemplar solcher gediegenen sogenannten *meteorischen E*
massen ist die sibirische, welche im J. 1749 vom K
Medwedef aufgefunden, von Pallas[1] beschrieben
und wovon viele Bruchstücke sich in den Mineralien-C
netten befinden, der bedeutende Rest von 1270 ℔. a
Kaiserl. Akademie zu Petersburg zugehört[2]. Sie ist ei
förmlicher, schwarzbraun glänzender, löcheriger, an
Stellen auf der Oberfläche und in Vertiefungen Olivin e
tender Klumpen zähen, sowohl kalt als auch warm h
baren, gediegenen Eisens, dessen Gewicht 1400 Russ. P
betrug. Die äufsere Gestalt, der grofse Gehalt an Nick
Aussage der Tataren und der Umstand, dafs solches
sonst nirgends vorkommt, veranlafsten Chladni, diese
für meteorischen Ursprungs zu halten, und die Uebere
mung der Beschaffenheit dieses Eisens mit dem in M
steinen gefundenen hat später diese Ansicht bestätigt. A
dem giebt es noch verschiedene Massen gediegenen
die man in Folge darüber vorhandener Nachrichten,
sächlich aber wegen ihrer äufseren Gestalt und eines b
lichen Antheils von Nickel, für meteorischen Ursprun
Unter die bekanntesten und mindest zweifelhaften geh
allen die im J. 1751 am 26. Mai bei Hradschina im A
Comitate vor mehreren Augenzeugen vom Himmel gef
die sich 71 ℔. schwer im Wiener Naturalien-Cabinet
findet. Der sogenannte verwünschte Burggraf, eine E
masse von 191 ℔. Gewicht, die einem Pferdekopfe ä
ähnlich im 14ten oder 15ten Jahrhunderte zu Elbogen in
men vom Himmel gefallen seyn soll und seitdem dort
wahrt wurde, befindet sich gleichfalls gröfstentheils,
150 ℔. derselben, jetzt in Wien[3]. Ferner werden dar
rechnet die 1814 zu Lenarto im Sárosser Comitate in U
gefundene 194 ℔. schwere Masse[4], die vom Cap der
Hoffnung, anfänglich gegen 300 ℔. wiegend, wovo
gröfste Theil sich zu Harlem befindet[5] und deren Nick

1 Reisen durch verschiedene Provinzen d. Russ. Reichs. T
S. 411.

2 Poggendorff Ann. XXXVI. 560.

3 G. XLII. 197. XLIV. 103.

4 Eb. XLIX. 181.

5 Natuurkundige Verhandelingen van de Batnafsche Maatsch
der Wetenskapen. T. II. p. 257.

nentlich auch durch Stromeyer[1], so wie ein An- Kobalt, nachgewiesen worden ist, mehrere Stücke vom in deren einem Howard[2] Nickel gefunden hat und ſseres Aussehn auf meteorischen Ursprung deutet, die ıchen, deren eine 300 bis 400 Centner schwer in der on Zacatecas oder Durango gefunden worden seyn soll ı Gefüge entschieden den meteorischen Ursprung andeu- grofse bei Otumpo in der Provinz Chaco-Gualamba e, auf 300 Centner geschätzte Masse, deren Beschaf- übereinstimmend mit der Eigenthümlichkeit des durch- Eisen entblöfsten Fundortes, über ihr Entstehn kei- ifel läfst[4], so wie endlich die ungeheure, auf 14000 ätzte Masse etwa 50 port. Meilen von Bahia, welche ollaston's[5] Beschreibung und Analyse gleichfalls erechnet werden mufs. Manche nach Wahrschein- ründen gleichfalls meteorische Eisenmassen sind bis h nicht hinlänglich genau bekannt, z. B. die von Corredor auf der Collina de Tocavita bei Sta. Rosa 40′ N. B. 73° 20′ W. L. von Gr. auf einer Höhe 4 Metern entdeckte[6], zwei in Louisiana unter 32° 20′ nd 97° W. L. gesehene auffallend grofse Stücke[7], 100000 ℔. geschätzte grofse Masse, die Bougain- n Platafluſse gefunden zu haben erzählt[8], und unter

—

LVI. 191.

ilos. Trans. 1802.

ı Nachrichten von Sonnenschmidt aus Beschreibung der vor- ı Bergwerksreviere in Mexico oder Neuspanien 1804. S. 192., ıboldt Essay sur la nouvelle Espagne Chap. 8. p. 293. und en Quellen hat Chladni mitgetheilt.

los. Trans. 1802. Journ. de Phys. T. VI. p. 148. Ann. de . p. 147. G. XIII. 317. Diese, durch Martin de Celles Trans. 1786. beschriebene Eisenmasse wurde nach Buenos- icht, um Waffen daraus zu schmieden, auch ward wirklich istolen daraus verfertigt, den Rest aber sandte Woodbine ı London in das brittische Museum. Philos. Trans. 1884.

los. Trans. 1816. Schweigger's Journ. Th. XXIII. S. 300. . Chim. et Phys. T. XXV. p. 438.

lman Amer. Journ. T. III. p. 15. Sie befinden sich jetzt zu Newyork. S. Edinburgh Journ. of Sc. N. III. p. 138. weigger's Journ. Th. IV.

Digitized by Google

vielen andern selbst Eisen, welches Ross aus der Baffi
von dort wohnenden Esquimaux erhielt, dessen Nickelg
auf einen solchen Ursprung deutet[1]. Im Jahre 1829 w
eine 103 ℔. schwere gediegene Eisenmasse zu Bohumil
Böhmen beim Pflügen aufgefunden[2]; interessant aber w
dafs in der Nähe der Südsee, in der peruanischen Wüste
cama unfern des Hafens Cobija theils einzelne Stücke, t
eine grofse, für anstehend gehaltene, olivinhaltige Eisen
gefunden wurde, welche nach Turner's Analyse 11 P
Nickel und 1 Procent Kobalt enthält und somit für me
schen Ursprungs gelten mufs[3]. Endlich ist der von Bou
gault, Rivero und Boulin auf dem Rücken der Ande
fundene 1600 ℔. schwere Meteorolith entweder ganz od
gröfsten Theile Meteoreisen[4]. Auch die unfern von Ba
Brasilien gefundene, isolirt liegende Kupfermasse[5] von
℔. Gewicht könnte meteorischen Ursprungs seyn.

Welche Substanzen überhaupt auf diese Weise zu
gelangen, ist schwer zu entscheiden. Chladni hat eine
Nachrichten gesammelt von herabgefallenem Staube, v
regen u. s. w., wobei der Mangel einer genauen Beschr
ein sicheres Urtheil nicht gestattet. Bei einigen dieser
nomene, namentlich wenn zugleich zerplatzende Feuer
gesehn wurden, oder bei dem Staube, welcher auf ein
im atlantischen Meere niederfiel[6], wird ein meteorische
sprung der herabgefallenen Substanzen mindestens höchst
scheinlich, und es ist um so weniger ein Grund zum Z
vorhanden, da manche Meteorsteine durch ihre Zerreibl
sich schon der Pulverform nähern. Dafs manche solche
abgefallene Substanzen Blut genannt werden, glaubt Ca
auf oxydirtes Eisen, etwa mit Schwefel und Kohlenstof
bunden, deuten zu dürfen. Der Nachricht[7] von einer
1438 bei Burgos herabgefallenen schaumartigen Masse s

---

1 Journ. of Science. N. XII. p. 369.

2 Jahrbücher des Böhmischen Museums. Th. I. Hft. II.

3 Edinb. Phil. Trans. T. XI. p. 223. Poggendorff Ann. p. 469.

4 Philos. Magazine. T. LXV. p. 304.

5 G. LIX. 170.

6 Mém. de l'Acad. 1719. hist. p. 23.

7 Proust in Journ. de Phys. T. LX. p. 188.

ls etwas Wahres zum Grunde zu liegen, sehr proble-
aber und manchen Zweifeln unterworfen ist die Er-
des Martin Scherb[1], dafs unweit Heidelberg mit
uerkugel eine schlammartige, chemisch nicht näher
ıte Substanz herabgefallen sey, weil der Berichterstat-
iumte, sogleich nach der Beobachtung die herabge-
lasse aufzusuchen. Uebrigens sind die Nachrichten
eimigen Stoffen, die vom Himmel herabgefallen oder
h nach Sternschnuppen gefunden worden seyn sollen,
in vielen Fällen Froschlaich oder sonstige thierische
tabilische Bestandtheile fälschlich dafür gehalten wur-
zahlreich und tragen mitunter so auffallend alle Kenn-
ler Wahrheit, dafs sie nicht blofs Beachtung verdie-
ıdern auch bei der Ungewifsheit, welche Stoffe auf
eise zur Erde gelangen können, nicht ohne Weiteres
ı werden dürfen. Am merkwürdigsten ist, dafs bei
rordentlichen Phänomene der zahlreichen Sternschnup-
3. Nov. 1833 in America[3] von fünf verschiedenen
das Herabfallen schaum-, gallert- und eiweifsartiger
n gemeldet wurde, was nach Poggendorff viel-
ch einige Bekanntschaft der Beobachter mit dem herr-
Volksglauben an eine solche Sternschnuppenmasse veran-
en seyn könnte, womit jedoch der Zusatz, dafs die Sub-
urch Wärme zerflossen und durch Verdampfung ver-
n seyen, im Widerspruche steht. Auch zu Amherst
hnsets soll am 13. Aug. 1819 eine schaumartige
m Himmel gefallen seyn[4], am beachtenswerthesten
ie, alle Zeichen der lautersten Wahrheit an sich tra-
ählung von Koch[5], welcher die Sternschnuppe von
ı Lichte zuerst sah, dann das Rauschen des herab-
Körpers hörte und sogleich die herabgefallene gal-
Masse fand, welche mit einem schwefelleberartigen
erflofs und wovon ein in sein Tuch eingewickelter
mener Theil am andern Morgen gänzlich verdunstet

—

LXVI. 329.
gl. Rud. Brandes über solche Substanzen in Schweigg. Journ.
S. 389.
gendorff Ann. XXXIII. 204.
ı. Chim. et Phys. T. XIX. p. 67.
gendorff Ann. XXXVI. 315.

war, dabei aber seinem Rocke einen nachdauernden phos
rischen Geruch mitgetheilt hatte. Dagegen ist die in Ru
herabgefallene papierartige Substanz, nach allen von Gr
nuss[1] genau angegebenen Umständen zu urtheilen,
Zweifel meteorischen Ursprungs, obgleich dieselbe kein N
enthält[2].

8) Eine deutliche Vorstellung von der Gestalt und
von der Zusammenfügung der Bestandtheile und der
thümlichen Beschaffenheit der sie bedeckenden Rinde
man blofs durch eigene Anschauung. Man hat jedoc
Sache durch Zeichnungen zu versinnlichen gesucht, weil
ein jeder Gelegenheit hat, diese interessanten Gebilde a
Orten, wo sie aufbewahrt werden, selbst zu sehen. Di
nauesten Zeichnungen der interessantesten Massen dieser Ar
den Haupttypus dieser Gebilde am deutlichsten zeigen,
v. Schreibers[3] geliefert, und damit auch unser Atlas m
stens Einiges zur Versinnlichung der Sache darbiete, en
Fig. 273. ich aus jenem Werke einige verkleinerte Figuren. De
von Tabor, welcher 1753 ungefähr 30 Schritte von
Beobachter herabfiel, die Erde nur wenig auflockerte, s
aufgenommen und der Ortsobrigkeit abgeliefert wurde, v
R. Er ist noch ganz, durchaus mit Rinde überzogen,
blofs an einigen Stellen abgestofsen oder abgebrochen v
und er zeigt also diejenige Gestalt am deutlichsten, welche
Steine zu haben pflegen. Die Rinde ist ziemlich gleich
über alle Flächen vertheilt und gleicht derjenigen vollko
die bei Steinen von gleichen Bestandtheilen gefunden
nämlich von schwärzlich brauner, an einigen Stellen m
sengrau und Ochergelb wechselnder Farbe, von mattem
stellenweise metallischem Glanze, meistens glatt, nur mit
etwas runzelig, mit vielen eingestreuten eisengrauen, m
lisch glänzenden Puncten oder Stellen, deren Dicke $\frac{1}{12}$
Lin. beträgt. Der Steinregen bei Aigle ist vorzüglich w
wegen der aufserordentlichen Menge der herabgefallenen S

---

1 Schweigg. Journ. XXVI. S. 332. Scherer Allgem. Nord.
Th. IV. S. 50.

2 Allgem. Nord. Ann. Th. VII. S. 209.

3 Beiträge zur Geschichte und Kenntnifs meteorischer S
und Metallmassen. Wien 1820. fol.

sich Exemplare fast in allen bedeutendern Mineral-
ngen befinden. Einen von den gröfseren stellt die
ng dar. Er ist ganz, gleicht daher in seiner Form Fig.
rigen, die Rinde bedeckt ihn ganz, ist aber an eini- 274.
llen abgestofsen und die eine Ecke des Steines ist ab-
en. Seine Oberfläche ist sehr uneben und gekrümmt,
chmesser der beiden Endflächen beträgt 3 und 2,5 Zoll,
e fast 2,5 Zoll. Seine Rinde gleicht sehr der des vo-
ur ist sie etwas glatter, mehr narbig als aderig und
ichter braun mit mehr gelblichen und bräunlichen
cken, aber fast ohne Spur von gediegenem Eisen; ihre
t geringer, aber an Härte und Wirkung auf den Ma-
nmt sie der des Taborer Steines vollkommen gleich.
nig unter seiner natürlichen Gröfse ist der Stein von Fig.
1 dargestellt. Derselbe ist ganz, wiegt 5 Loth 1 Qt., 275.
ine unvollkommene dreiseitige Pyramide, die sich je-
wenn man die Eindrückungen berücksichtigt, der all-
n Form dieser Mineralkörper nähert. Er ist überall
le überzogen, die von zart-aderiger Beschaffenheit an
wo der obere Theil abgesprungen ist, etwas matter
t, im Ganzen aber seidenartig glänzt, von schimmern-
inahe kohlschwarzer Farbe. An einigen Stellen, wo
le dünner aufliegt, ist sie weniger aderig und runzlig,
nehr aus lauter einzelnen Puncten bestehend, aufser-
den sich Spuren von eingedrückter Erde, welches
n läfst, dafs er in noch weichem Zustande niederge-
y. Das kenntliche aderige Gefüge der Rinde zeigt
einigen Flächen fast aller bei Stannern gefundenen
orherrschend, bei einigen andern Steinen, z. B. dem
rsonville, ist es so ausgezeichnet, dafs selbst einige
chwarze Adern, meistens von abnehmender Dicke, über
e Fläche hinlaufen.

Eisen der meteorischen gediegenen Eisenmassen läfst
ie weitere Zubereitung in nicht zu grofser Hitze schmie-
eine äufsere zackige, mit vielen Vertiefungen versehene
läfst sich nicht gut durch Zeichnung darstellen, und
man zugleich einen Ausdruck der eingesprengten Oli-
ner, so erfordert dieses farbige Figuren. Uebrigens
i sie nicht, wie die Meteorsteine, eine gewisse regel-
Gestalt zu haben, sondern unter verschiedenen regel-

Digitized by Google

losen Formen vorzukommen. Sehr interessant aber ist ein
nen eigenthümlich zugehöriges Gefüge, welches vor
v. Schreibers und v. Widmanstädten in ihnen ent
haben. Werden nämlich Stücke solcher Massen geschl
so kommen beim Anfangen des Polirens dem blofsen A
nur bei schräg auffallendem Lichte kaum sichtbare Streifen
gröfserer und geringerer Breite zum Vorschein, die gröf
theils geradlinig und in verschiedenen Winkeln sich d
kreuzend, einige aber auch krummlinig hinlaufen. Läfst
ein solches Stück nach vollendeter Politur, wodurch sie
Auge verschwinden, durch Hitze anlaufen, so erhält es
wie gewöhnliches Eisen oder Stahl, eine gleichmäfsige F
sondern die erwähnten Streifen und die durch diese eingesch
senen Theile erscheinen in verschiedenen Farben, nämlich
Streifen purpurroth ins Blaue, die Zwischenfelder bald
dem Blauen, bald aus dem Rothen ins Goldgelbe sich ver
fend, die Ränder und Einfassungslinien aber rein gold
und die zwischenliegende körnig-bröckelige Substanz vo
was matterer, ins Messinggelbe fallender Farbe. Vollkom
sichtbar aber wird dieses Gefüge, wenn man die eben
schliffene und ganz horizontal gestellte Fläche umher
Wachs einfafst, mit Salpetersäure, die vorher mit zwei
drei Theilen Wasser verdünnt wurde, übergiefst und
einige Zeit auf das Metall einwirken läfst. Schon nach
zer, durch die Stärke der Säure bedingter Zeit erscheinen
Streifen matt, von licht stahlgrauer Farbe, die Zwische
der dagegen gleichfalls matt, aber doch mit einigem Schim
von ihrem Rande, ziemlich dunkel und eisengrau, die
der beider von einer gemeinschaftlichen zarten Linie e
fafst, die bei schräger Richtung und bei Wendungen d
eine silberweifse Farbe und starken spiegelnden Glanz
auszeichnet. Zugleich zeigt sich noch eine andere metall
Substanz in gröfseren oder kleineren Klüften, oft in sehr
ten Rissen, aus einzelnen kleinen, bröckelig oder feinkö
angehäuften Partieen bestehend, von ziemlich starkem Gl
und silberweifser oder zinkgrauer Farbe, auf welche die S
etwas weniger als auf die übrige Masse eingewirkt zu ha
scheint. Bei fortgesetzter Einwirkung der Säure erschei
diese einzelnen Theile des Gefüges nicht nur deutlicher,
dern jene Streifen am tiefsten, die Zwischenfelder weniger

nfassungslinien und die Massen der eingesprengten brö-
n Substanz aber am erhabensten, und bald wird die
he Vertiefung so stark, dafs sich die Platte nach aufge-
r Druckerschwärze abdrucken läfst, indem die erhaben-
tellen sich am stärksten, die minder erhabenen aber we-
tark abdrucken, die vertieften aber ganz weifs bleiben.
rch erhält man nicht blofs ein Bild solcher geätzten Plat-
ondern auch eine getreue Darstellung des solchen Mas-
enthümlichen Gefüges. Letzteres findet sich bei allen
assen, die nach überwiegenden Gründen meteorischen
gs sind, und auch selbst bei solchen Stücken des in
leinen eingesprengten Eisens, die für diese Probe hin-
e Gröfse haben. Dagegen fehlt es bei einigen auch
mangelnden Nickels problematischen Stücken, z. B. bei
Aachen, Mailand, Cilly, Kamsdorf, Florak und an
Orten gefundenen, deren Ursprung aus Gründen der
keit räthselhaft ist. Inzwischen fehlt es auch bei ei-
urch ihren Nickelgehalt den meteorischen beigezählten
, z. B. bei denen vom Cap und aus Peru, bei denen
letzung die Figuren nicht zu erzeugen waren. Man-
es fast alles künstliche Roheisen zeigt übrigens, wenn
n gleiches, doch ein ähnliches Gefüge, welches sich
urch Aetzung, mindestens nicht gleich vollkommen dar-
äfst. Es ist sehr interessant, dafs v. Widmanstädten
ie Fläche der Eisenmasse von Elbogen auf diese Weise
schliffen, geätzt und unmittelbar zum Abdrucke be-
t, wodurch man eine sehr deutliche Vorstellung des
mlichen Gefüges erhält. Einen Theil des hiervon ge-
Abdruckes, ungefähr den zwanzigsten, blofs das obere
ellt die Zeichnung getreu nachgebildet dar. Im Gan- Fig.
die übrigen Theile der Fläche wenig hiervon ver- 276.
und es wechseln auch dort, wie hier, die feineren
eren Vertiefungen, letztere in einzelnen gröfseren oder
Gruppen, mit einander ab. Die verschiedene Rich-
Streifen, die grofsentheils parallel laufen, aber auch
ren und gröfseren Winkeln sich schneiden, die un-
Breite der Vertiefungen, die weifs erscheinen, ist für
und bedarf keiner Beschreibung, auch versteht sich
st, dafs bei längere Zeit fortgesetzter Aetzung dünner
, wobei man den Aufgufs der Säure mehrmals er-

Digitized by Google

neuern und vorher die Reste der Säure und das entstand
Oxyd mit einem Pinsel und Wasser fortschaffen mufs,
vertieften Stellen ganz durchgefressen werden, so dafs
nur noch die Streifen oder vielmehr deren Einfassungsl
unter sich zusammenhängen. Auch nach einer solchen
ren Aetzung, wie sie zum Behuf des Abdruckens erf
wird, zeichnen sich die ungleich erhabenen Theile auch
Verschiedenheit der Färbung aus. Eine kleine Platte vo
Agramer Eisenmasse wurde gleichfalls durch v. Wid
STÄDTEN geätzt und zwar nicht unmittelbar als Stereot
gedruckt, aber doch in einer getreuen Zeichnung darge
Fig. 277. Man sieht, dafs im Ganzen das Gefüge dem vorigen
ist, indem sich die erhabenen Streifen von den Vertie
unterscheiden und die Einfassungsleisten der ersteren
nahe parallel, theils in verschiedenen Winkeln sich sch
dend erscheinen; einiger Unterschied ist jedoch allen
wahrnehmbar, den das Auge besser erkennt, als er sich
schreiben läfst. Ebenso wie in der Form zeigt sich auch
v. SCHREIBERS in der Farbe bei beiden Exemplaren
Verschiedenheit und ebendieses ist der Fall bei einem g
falls geätzten Plättchen des Eisens von Lenarto und d
Mexico, wovon im angezeigten Werke gleichfalls Zeich
gen mitgetheilt sind. Der Haupttypus ist bei allen, m
stens bei den bisher geätzten Proben derselben gleich und
Abweichungen sind mehr oder minder auffallend, so dafs
ter andern die von Lenarto und Elbogen sich mehr gle
und wiederum die von Agram und Mexico.

9) Die Bestandtheile der Meteorsteine sind im G
bei allen ziemlich dieselben, zeigen jedoch bedeutende
wohl quantitative als auch qualitative Unterschiede. Eisen
Kieselerde sind am reichlichsten darin enthalten, aufser
aber verschiedene andere Substanzen, namentlich Talk
Nickel, Chrom, Schwefel, Kalk, Thon, Mangan, selten
was Natron oder Kali, Kohlenstoff, Wasser, Salzsäure
vielleicht noch andere Substanzen in so geringer Menge,
die Chemie sie bis jetzt nicht aufzufinden vermochte.
leicht begreiflichen Ursachen haben viele Chemiker diese m
würdigen Erzeugnisse untersucht, z. B. THÉNARD[1] die

1 Mém. de l'Inst. T. VII. p. 224.

Klaproth[1] den von Juchnow, Warden[2] den von
n, Moser[3] die von Stannern, Vauquelin[4] die von
, Scherer[5] den von Doroninsk, Stromeyer[6] die
Istritz und Erxleben, Laugier[7] die von Jüvenas und
, Grotthuss[8] die von Lipna und Dünaburg, Web-
den von Nobleborough, Laugier[10] den von Lipna
borczyka, Berzelius[11] den in Macedonien gefallenen,
n[12] das Meteoreisen von Brahin im Districte Rzieczy-
sk und Holger[13] das Meteoreisen von Lenarto und
, worin sich, aufser den in der Tabelle angegebenen
heilen, im ersteren noch 3,59, im letzteren aber 1,26
Kobalt fanden. Zur leichtern Uebersicht habe ich die
te dieser Analysen in nachfolgender Tabelle zusammen-

Gehlen's Journ. Th. I. Hft. I. Mehrere Analysen dieses Che-
findet man in den Berlin. Denkschr. von 1803.
Journ. de Phys. T. LXX. p. 424. G. XLII. 210.
G. XXIX. 324.
Bulletin de la Soc. philom. 1810. Sept.
Mém. de l'Acad. de Petersb. T. VI. p. 46.
G. XLII. 105. Gött. gel. Anz. 1820. S. 66.
Musée d'Hist. nat. XIII. p. 235. Ann. Chim. phys. T. XIX. p.
LXXI. 208.
G. LXVII. 337. Edinb. Phil. Journ. N. XII. p. 389. Schweig-
rn. Th. XXIX. S. 511.
Amer. Journ. T. VII. p. 170. Kastner Arch. XVII. S. 235.
Philos. Magaz. T. LXIII. p. 16.
Kastner Archiv. Th. XVII. S. 235. Poggendorff Ann. XVI. 611.
Musée d'Hist. nat. 6me Ann. 2me Cah.
Wiener Zeitschrift. Th. VII. S. 129.

Digitized by Google

Meteormassen von	Eisen	Nickel	Schwefel	Kieselerde	Talk	Thon	Kalk	Eisenoxyd	Manganoxyd	Chromoxyd	Natron u. Kali
Aigle	— —	2,000	5,000	46,000	10,000	— —	— —	45,000	— —	— —	— —
Juchnow	17,600	0,400	3,000	38,000	14,250	1,000	0,750	25,000	— —	— —	— —
Weston	— —	— —	2,300	41,000	16,000	1,000	3,000	30,000	1,300	2,300	— —
Stannern	— —	— —	— —	46,250	2,500	7,620	12,120	27,000	0,750	— —	— —
Orleans	25,800	6,000	5,000	38,400	13,600	3,600	4,200	— —	0,600	1,500	— —
Doroninsk . . .	18,500	10,000	8,120	40,500	9,000	3,250	6,250	— —	1,250	2,000	— —
Köstritz	17,490	1,366	2,996	38,057	29,934	3,469	— —	4,896	1,147	0,129	— —
Erxleben	24,415	1,579	2,952	36,320	23,584	1,604	1,922	5,574	0,705	0,246	0,741
Jonzac	— —	— —	1,500	46,000	1,600	6,000	7,500	36,000	2,800	1,000	— —
Jüvenas	— —	— —	0,500	40,000	0,800	10,400	9,200	23,500	6,500	1,000	0,200
Lipna	26,000	2,000	3,500	33,200	10,800	1,300	0,500	22,000	— —	0,700	— —
Dünaburg . . .	26,000	2,000	3,500	33,200	10,800	1,300	0,500	22,000	— —	6,700	— —
Nobleborough .	14,900	2,300	18,300	29,500	24,800	4,700	— —	— —	— —	4,000	— —
Lipna	— —	1,500	6,800	34,000	17,000	1,000	0,500	40,000	— —	1,000	— —
Zaborczyka . .	— —	1,000	4,000	41,000	14,900	0,750	2,000	45,000	— —	0,750	— —
Macedonien . .	— —	0,100	— —	39,560	26,300	2,700	1,860	18,830	2,400	0,500	3,280
Brahin	87,350	2,500	1,850	6,300	2,100	— —	— —	— —	— —	0,500	— —
	91,500	1,500	1,000	3,000	2,000	— —	— —	— —	— —	— —	— —
Lenarto	85,040	8,120	— —	0,010	0,230	0,770	1,630	— —	0,010	— —	— —

Aufser diesen, bereits früher[1] von mir zusammenge-
Analysen giebt es noch viele, von denen ich blofs
tigern späteren kurz namhaft mache. Eine genaue
ung des am 9. Sept. 1831 bei Wessely in Mähren
n 6,6 ℔. schweren Steines hat v. Schreibers[2] mit-
und nach v. Hoegen's[3] Analyse enthielt derselbe
ionsilicat; 3,83 Calcium; 7,44 Magnium; 25,36 Ei-
33 Schwefel; 0,32 Aluminm; 7,48 Mangan und 2,13
Ebenderselbe fand in den Meteorsteinen von Stannern
selerde; 27,5 Eisenoxydul; 3,8 Thonerde; 3,4 Kalk-
,5 Manganoxydul; 3,5 Talkerde. Ein zu Ferrara am
1824 gefallener Meteorstein hat zwar die Bestand-
r übrigen, weicht aber in seiner Aggregatform inso-
ihnen ab, als er ein porphyrartiges und einigen La-
liches Gefüge hat, indem kleine weifse Körnchen in
warze, halbverglaste Masse eingebacken sind. Cor-
olgert aus seinem äufsern Habitus, dafs dieser Stein
nsistenz schon vor seinem Eintritte in die Atmosphäre
gehabt haben müsse und in dieser mit einem ge-
itzgrade angekommen sey. Nach einer Analyse von
besteht er aus 43 Eisenoxyd; 41,75 Kiesel; 16 Ma-
,5 Chromoxyd; 1,25 Nickeloxyd und 1 Schwefel. Zu
-Creek in Tenessee fielen am 9. Mai 1827 aus einer
n rauchähnlichen Wolke bei ganz heiterm Himmel
eine und ein anderer am 8. Mai 1829 zu Forsyth in
s[4]. Das gröfste Stück des ersteren Falles wog 11 ℔.
hielt nach der Analyse eines americanischen Chemikers
elerde; 2,166 Nickeloxydul; 28,833 Talkerde; 2,466
0,833 Chromoxydul; 12,0 Eisen- und 12,2 Eisen-
,433 Schwefel; der Verlust beträgt also 4,069. Eine
der krystallinischen Bestandtheile im den Aerolithen
E geliefert[6].

---

[1] Handbuch d. Naturlehre. Th. II. S. 530.
[2] Zeitschrift für Physik u. verw. Wiss. Th. I. S. 193.
[3] Ebend. S. 247.
[4] Ann. Chim. Phys. T. XXXIV. p. 140.
[5] Silliman Amer. Journ. T. XVII. p. 326. T. XVIII. p. 200. T. 383. Ann. Ch. Phys. T. XLV. p. 416.
[6] Ann. Chim. Phys. T. XXXI. p. 81.

Digitized by Google

11) Man hat verschiedene Massen gediegenen Eise
Orten gefunden, wohin sie auf eine nicht leicht zu
fernde Weise gekommen seyn müssen, und dieses führ
zu der Vermuthung, dafs sie meteorischen Ursprung
möchten. Ueber die Wahrscheinlichkeit dieser Hyp
konnte nur ihre chemische Zusammensetzung entscheid
man nahm daher an, dafs ein Gehalt von Nickel, der
erwiesen meteorischen Eisenmassen fand, hierbei als Ke
chen diene. Klaproth[1] fand nämlich in der sibirische
senmasse 1,5 Procent Nickel, die von Agram, deren Ur
unzweifelhaft ist, enthält davon nach v. Holger 11,84
cent, und da nach Klaproth die von Hradschina 3,5;
Mexico 3,25; die von Elbogen 2,5 Procent dieses M
enthält, so betrachtet man dieses als genügendes Kennz
sie gleichfalls für meteorisch zu halten. Die Eisenmass
Lenarto enthält nach v. Holger gleichfalls 8,12 Procen
ckel und aufserdem 3,59 Proc. Kobalt, die von Agra
1,26 Proc. Kobalt, einen geringen Gehalt dieses letzteren
talles haben John[2] und Stromeyer[3] auch in dem Cap
und sibirischen Eisen gefunden, in welchem letzteren
gier[4] auch Chrom und Schwefel fand. Eine grofse von
ner[5] 1762 in Aachen gefundene, auf 15000 ℔. gesch
genauer etwa 80 Centner betragende Eisenmasse war ma
neigt für Meteoreisen zu halten, allein Monheim[6] fand in
Theilen derselben 500,5 Eisen; 90 Arsenik; 4,5 Kiesel
3 Kohlenstoff und 2 Schwefel, weswegen sie bei mangel
Nickel nicht zu dieser Classe gehört.

Auch bei Magdeburg wurde eine Metallmasse aufge
den, welche Stromeyer[7] für meteorischen Ursprungs

1 Beiträge zur chem. Kenntnifs der Mineralkörper. Th. I
98. 101. Th. VI. S. 306.

2 Dessen chemische Untersuchungen. Th. V. S. 284. G.
p. 119.

3 G. LVI. 191.

4 Mém. du Musée d'Hist. Nat. T. III. p. 341. Bullet. ph
1823. p. 86.

5 Chladni a. a. O. S. 346.

6 Schweigger's Journ. Th. XVI. S. 196.

7 Schweigger's Neues Jahrb. Th. IV. S. 439. Poggendorff
XXIV. 651. Kastner Archiv. Th. V. S. 238.

in er Molybdän gefunden haben wollte, v. Schrei-
ind Wehrle[2] erkannten jedoch ihre Unächtheit und
ER[3] erklärte dieselbe später selbst für ein Hüttenpro-
ehauptete aber an einem andern Orte[4], 0,1 bis 0,2
Kupfer im problematischen Meteoreisen sey ein eben-
es Kennzeichen seiner Aechtheit, als die bis dahin
mene Anwesenheit des Nickels. Nach v. Holger's
enthält die Elbogener Eisenmasse[5] 94,69 Eisen; 2,47
1,59 Kobalt; 0,19 Alumium; 0,12 Chrom; 0,88 Man-
vom Cap der guten Hoffnung[6] 78,9 Eisen; 15,28
1,76 Mangan; 1,41 Calcium; 1,34 Eisen-Carbonid;
lt; 0,16 Alumium; 0,15 Magnium, die von Bohumi-
7 Eisen; 7,83 Nickel; 0,6 Kobalt; 0,58 Mangan; 1,08
0,1 Glycium; 0,42 Alumium; 0,1 Magnium. Von
Eisenmasse hat auch Berzelius[8] eine Analyse mit-
wonach sie aus 93,124 Eisen; 4,739 Nickel; 0,224
nd 1,912 unaufgelöstem, schuppigem Rückstande be-
ssen Bestandtheile 65,977 Eisen; 15,008 Nickel; 2,037
1,422 Kohlenstoff und 14,023 Phosphor gefunden
Die Abweichung beider Resultate leitet v. Holger[9]
n, dafs Berzelius einige Substanzen, namentlich das
nicht eigentlich aufgesucht habe, indefs überzeugte sich
s[10] durch eine spätere Untersuchung von der Rich-
iner früheren Bestimmungen. Das Meteoreisen von
soll aus 90,02 Eisen; 9,674 Nickel; 0,306 Verlust
nd also dem von Monte-Rosa fast gleich seyn[11].

—

tschrift für Physik u. verw. Wiss. Th. II. S. 1.
nd. Th. III. S. 168.
weigger's N. J. Th. VIII. Hft. 2. Poggendorff Ann.
51.
t. Gel. Anz. 1833. S. 869.
ener Zeitschr. Th. V. S. 1.
Th. VIII. S. 279.
Th. IX. S. 323.
d. Abhandl. der Akad. d. Wiss. zu Stockholm in Zeitschr.
und verw. Wissensch. Th. I. S. 290. Poggendorff Ann.
3.
nd. Th. II. S. 35.
gendorff Ann. XXXIII. 147.
. Chim. Phys. T. XXV. Silliman Amer. Journ. T. XVI.

Digitized by Google

In dem sibirischen Eisen, welches Children[1] blofs auf beiden Hauptbestandtheile versuchte, fand er 90,7 Eisen 9,3 Nickel; Faraday und Stodart stellten eine ähnliche Verbindung künstlich dar; A. Wehrle[2] endlich folgert aus seinen Analysen der Meteoreisenmassen von Agram, Elbogen, dem Cap und Lenarto, dafs alle blofs aus Eisen mit Nickel und Kobalt bestehn und dafs die beiden letzteren Metalle in einem unter sich beständigen Mengenverhältnifs darin vorhanden sind.

In den Höhlungen der sibirischen Eisenmasse findet sich Olivin in Menge, und man betrachtet daher die Anwesenheit dieses Körpers als einen Beweis des meteorischen Ursprungs anderer aufgefundener Massen von gediegenem Eisen, die hiernach nicht füglich das Erzeugnifs eines Schmelzprocesses in irgend einem frühern Hüttenwerke seyn können. Stromeyer[3] hat diesen Olivin analysirt und gefunden, dafs er aus 38,48 Kieselerde; 48,42 Talkerde; 11,19 Eisenoxydul; 1,91 Manganoxyd; 0,18 Thon besteht, mithin dem gewöhnlichen Olivin und Chrysolith gleichkommt, mit dem Unterschied, dafs das Eisen in gröfserer Menge in ihm vorhanden ist, Nickel dagegen fehlt. In dem Olivin der Eisenmasse von Copiapo fand derselbe 38,25 Kieselerde; 49,68 Talkerde; 11,7 Eisenoxydul; 0,11 Manganoxyd, in der Eisenmasse von Atacama[4] fand er 61,8 Kieselerde; 25,83 Talkerde; 9,12 Eisenoxydul; 9,31 Manganoxyd und 0,33 Chromoxyd.

12) Bei weitem die gründlichste und umfassendste Untersuchung der Zusammensetzung und der Bestandtheile der meteorischen Mineral-Erzeugnisse hat Berzelius[5] nach vergleichenden einzelnen eigenen Vorarbeiten hauptsächlich in der Absicht angestellt, um hieraus einige Entscheidungsgründe über ihren Ursprung zu entnehmen. Die nächste Veranlassung

---

1 Journ. of the Royal Inst. T. IX. G. LXVI. 182.

2 Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften. T. S. 222.

3 Edinburgh Philos. Journ. N. XXV. p. 187.

4 Vergl. Chladni a. a. O. S. 326.

5 Aus Kongl. Vetenskaps Acad. Handl. for 1834. in Poggend. Ann. XXXIII. 1. u. 113. Eine vorläufige Notiz der Hauptresultate findet man in v. Leonhard u. Bronn Neues Jahrb. f. Mineralogie u. 1834. Hft. V. S. 530.

rderte Analyse des am 25. Nov. 1833 um 6,5 Uhr unweit Blansko in Mähren herabgefallenen Meteorstei- ich der mechanischen Zertheilung desselben wurden ie durch den Magnet angezogenen Theile und dann ckgebliebenen analysirt; da es aber uns hauptsächlich m zu thun ist, die in diesen Naturereignissen vor- Bestandtheile zu kennen, um so mehr, als Berze- bst die Ueberzeugung hegt, dafs die Mengen dieser heile in verschiedenen Stücken jenes Steines wech- gebe ich blofs das in mineralischer Hinsicht bemer- he Resultat. Hiernach besteht dieser Stein aus Nickel- elches Kobalt, Zinn, Kupfer, Schwefel und Phosphor = 17,15; Silicat von Talkerde und Eisenoxydul, worin d Kieselerde gleich viel Sauerstoff enthalten, nebst chwefeleisen, = 42,67; Silicat von Talkerde und Ei- l, gemengt mit Silicaten von Alkali, Kalk und Thon- rorin die Kieselerde doppelt so viel Sauerstoff als die sthält, = 39,43; Chromeisen, verunreinigt mit Zinn- = 0,75. Die hierdurch erhaltenen Resultate stimmten it denjenigen überein, welche Berzelius früher bei lyse des Meteorsteins aus Macedonien und des Me- s aus Böhmen erhalten hatte, dieses veranlafste daher e: ob alle Meteorsteine Gemenge von Nickeleisen und leisen mit in Säuren löslichen Silicaten von Talkerde enoxydul und in Säuren unlöslichen Silicaten von e, Thonerde und Alkali, nebst Chromeisen und Zinn- ob ferner alle stets zinnhaltig und gemengt mit Phos- bindungen seyen, und dieses veranlafste ihn dann zu Analysen anderer Meteorsteine. Zunächst wählte er 5. August 1812 nicht weit von Chantonnay im De- nt de la Vendée gefallenen, welcher, so wie der von , in 51,12 durch Säuren zersetzbare und 48,88 durch nicht zersetzbare Bestandtheile zerfiel. Hundert Theile eren gaben 32,607 Kieselerde; 34,357 Talkerde; 28,801 ydul; 0,821 Manganoxydul; 0,456 Nickeloxyd, verun- mit Zinn- und Kupferoxyd; 0,977 Natron und Kali; Verlust. Hundert Theile der letzteren gaben 56,252 rde; 20,396 Talkerde; 3,106 Kalk; 9,723 Eisenoxydul; Manganoxydul; 0,138 Nickeloxyd mit Zinn- und Ku- rd; 6,025 Thonerde; 1,000 Natron; 0,512 Kali; 1,100

Digitized by Google

Chromeisen; 1,070 Verlust. Ungeachtet der Verschiedenh
Ansehn findet sich also dennoch eine ausnehmende Gl
der Bestandtheile beider Meteorsteine. Der dritte an
Stein war der am 13. Dec. 1813 zu Lontalax in Finnl
fallene. Hierbei betrug der in Säuren und kohlensaure
tron nicht lösliche Antheil 6,37 Procent und hinterliefs,
Fluorwasserstoffsäure behandelt, 0,0127 des ganzen Qu
ungelöst, welches aus Chromeisen mit etwas Zinnoxy
stand, während das Gelöste Talkerde, Kalk, Eisenox
Thonerde und Manganoxydul in ähnlicher Zusammens
als bei den übrigen Meteorsteinen war; der in Säure
kohlensaurem Natron lösliche Theil enthielt in Procenten 3
Kieselerde; 32,922 Talkerde; 28,611 Eisenoxydul; 0,793
ganoxydul; 0,264 Thonerde und eine Spur von Kupfe
Zinnoxyd, Kali und Natrum. Der vierten Analyse wur
Theil der bei St. Etienne de Lolm und bei Valence u
Alais am 15. März 1806 herabgefallenen Meteorsteine,
der letztere einen Ast von einem Feigenbaume absch
terworfen. Der Stein gehört zu den merkwürdigsten,
ist weich, mit den Fingern zerreiblich, zeigt mit dem
gerieben einen thonartigen Fettglanz, zerfällt im Wasse
wird zum Theil darin gelöst; er enthält Wasser, ohn
sich jedoch bestimmen läfst, ob dieses ursprünglich dari
handen war oder aus der Luft durch die enthaltenen
aufgesogen wurde, am wichtigsten aber ist das Vorha
seyn einer durch Wasser ausziehbaren organischen Sub
deren eigentliche Beschaffenheit Berzelius nicht näher
mitteln vermochte. Das zurückbleibende, mit Wasser a
laugte Steinpulver enthielt übrigens die nämlichen Bes
theile, als die gewöhnlichen Meteorsteine, namentlich die
rakteristischen, als metallisches Eisen, Schwefeleisen neb
Oxyden von Nickel, Kobalt, Zinn, Kupfer und Chrom,
fserdem Kieselerde, Talkerde, Kalk, Thonerde und Ma
oxydul. Berzelius hält diesen Stein demnach für einen
klumpen, welcher zeigt, dafs die Bergarten in seiner Hei
durch einen geologischen Procefs in Erde verwandelt wu
wie es auf unserm Planeten der Fall ist.

Auch das sibirische Meteoreisen wurde einer sorgfäl
Analyse unterworfen. Der metallische Theil, durch H
mern von allem Olivin befreit, bestand aus 88,012 E

Nickel; 0,455 Kobalt; 0,050 Magnesium; 0,132 Man-
066 Zinn und Kupfer; 0,043 Kohle; einer Spur von
l nnd 0,480 unlöslichem Rückstande. Letzterer ist die
Phosphorverbindung, welche Berzelius schon bei
teoreisen von Bohumiliz gefunden hatte. In Königs-
elöst und gehörig zerlegt enthielt er 48,67 Eisen;
ckel; 9,66 Magnesium; 18,47 Phosphor; der Verlust
87. Zur Analyse des Olivins wurde ein gröfseres
ses Minerals genommen, welches aus der zu Upsala
ien Stufe von Pallas-Eisen früher herausgefallen war.
ndtheile erhielt Berzelius, mit Walmstedt's frü-
lyse sehr genau übereinstimmend, 40,86 Kieselerde;
lkerde; 11,72 Eisenoxydul; 0,43 Manganoxydul; 0,17
. Auch die Elbogener Eisenmasse wurde analysirt.
Auflösung in Salzsäure fiel ein schwarzes Pulver und
licher, aus Flittern bestehender Rückstand nieder, am
n dem beim Bohumilizer Meteoreisen erhaltenen, und
211 Procente des Ganzen. Aufser diesem enthielt der
ntheil 88,231 Eisen; 8,517 Nickel; 0,762 Kobalt;
gnesium und eine Spur von Schwefel und Mangan,
lösten Phosphormetalle bestanden aus 68,11 Eisen;
ckel und Magnesium; 14,17 Phosphor.

Aus diesen Analysen folgert Berzelius, dafs die Me-
Bergarten sind, gemengt aus folgenden Mineralien
nden Verhältnissen:

Jediegenes Eisen, welches in den Meteoreisenmassen
viegendsten Antheil bildet, weswegen sie nicht zer-

Das Eisen ist gemengt mit Nickel, zugleich aber
eine chemische Verbindung beider Metalle, die sich
in Säuren löst und daher beim Aetzen die bekann-
anstädten'schen Figuren liefert, indem auf einer sol-
zten und dann polirten Fläche das Eisen dunkelblau,
ang mit Nickel brandgelb anläuft. Aufserdem ent-
Eisen kleine Quantitäten von Kobalt, Magnesium,
Zinn, Kupfer, Schwefel und Kohle, zuweilen auch
von Phosphor. Die in Säuren unlöslichen Phos-
le fallen theils als ein schwarzes Pulver nieder,

—

ngl. Vetensk. Acad. Handl. f. 1824. p. 361. Poggendorff
98.

welches in Sauerstoffgas verbrennt und eine geringe Spu
Kohlensäure giebt, obgleich die eigentliche Verbrennu
Metallen und dem Phosphor angehört, theils als Krysta
ohne Zweifel Phosphorate von Eisen, Nickel und Mag
in bestimmten Verhältnissen sind, deren eigentliche Z
mensetzung aber noch genauer ermittelt werden mufs.

2) *Schwefel-Eisen*, vermuthlich aus 1 Atom jed
standtheiles bestehend, woraus seine geringe magnetisch
larität und die Heftigkeit seiner Zersetzung durch Säur
ter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas erklärlich
Sehr wahrscheinlich schliefst das Schwefeleisen ein
Schwefelnickel und Schwefelkupfer ein, allein aus den
rigen Analysen folgt dieses nicht und eine Analyse
Verbindung, wie sie im Meteoreisen vorkommt, ist dah
ein Desiderat.

3) *Magneteisenstein.* Zwar ist das Eisen in den M
steinen hauptsächlich regulinisch und im Minimum der
dation vorhanden, aber dennoch findet sich bestimmt
oxyduloxyd in dem Meteorsteine von Lontalax und Al
dem ersteren als einziger, dem Magnete folgsamer Bestan
in dem letzteren mit einer geringen Menge gediegenen
vermengt. Auch in den übrigen Meteorsteinen ist diese
stanz wahrscheinlich in höchst fein vertheiltem Zustande
handen.

4) *Meteor-Olivin*, welcher dem auf unserer Erde
vorkommenden vollkommen gleicht und ungefähr die
von dem ausmacht, was nach Ausziehung der magnet
Bestandtheile zurückbleibt. Die kleinen Quantitäten des
gefundenen Kali und Natron gehören ihm entweder ung
lich an, oder sind eine Probe der beginnenden Zersetzu
unlöslichen Minerals. Ebendieses gilt von dem g
Thongehalt, aber bemerkenswerth ist, dafs er fast nie
enthält.

5) *In Säuren unlösliche Silicate von Talkerde*, *
Eisenoxydul, *Manganoxydul*, *Thonerde*, *Kali* und *N*
in denen der Sauerstoff der Kieselerde das Doppelte de
Basen ist. Die schwarze Rinde auf den Meteorsteine
Folge der Schmelzbarkeit ihrer Silicate, welche auch dem
tragen, den für sich unschmelzbaren Olivin in Flufs zu
gen. Wenn die Meteorsteine aus tellurischem Olivin

en gebildet wären, müfste ihre Farbe grün oder durch Oxydation des enthaltenen Eisens kohlschwarz seyn, erhellt, dafs die geschmolzene schwarze Kruste erst Atmosphäre der Erde entstanden ist.

Chromeisen, dessen Menge zwar sehr gering ist, je- ehlt es nie in den Meteorsteinen.

Zinn, welches theils im gediegenen Eisen enthalten, ls Zinnoxyd neben Chromeisen darin vertheilt ist. Letz- nthält etwas Kupfer; ob es aber, wie das tellurische, isen- und Mangan-Oxydul enthalte, konnte nicht aus- t werden.

ERZELIUS meint, dafs ein noch weiteres genaues Stu- er Meteorsteine in Zukunft noch mehrere Bestandtheile en bekannt machen würde. Aufserdem findet er sie, eralien betrachtet, von den tellurischen wesentlich ver- , indem sie sich durch den Reichthum an Talkerde, nheit der Kieselerde und den unbedeutenden Gehalt ten von Thonerde und Alkali auszeichnen. Nach ih- körnigkeit und dem geringen Zusammenhange ihrer könnten sie mit den Producten der Erdvulcane vergli- den, allein man findet sie häufig mit Rissen versehn mehrentheils mit einer dunklern Steinmasse ausge- liches auf eine langsamere und ruhigere Bildungsweise Der enthaltene Olivin ist kein Beweis eines vulca- Ursprungs, denn er findet sich in den Höhlungen tel- r vulcanischer Producte, weil er als unschmelzbar mit Massen nicht zusammenschmolz, in den Meteorsteinen dagegen gleichmäfsig mit den übrigen Bestandtheilen ge- Die erdige Beschaffenheit des Steines von Alais be- BERZELIUS als einen Beweis, dafs in der ursprüngli- Heimath dieses Steines Bergarten in Erde zerfielen, und nem Gehalte an Salzen folgert er, dafs dort kein Was- , welches sonst diese weggewaschen haben würde, oder s vorhandene Wasser diese Salze in sich enthielt, der lige Stoff desselben scheint ihm jedoch keine vorhan- Vegetation zu beweisen, wohl aber sein lockeres Gefüge

Dieser Folgerung dürften nicht alle beistimmen; denn so gut ds sich schnell auf der Oberfläche erzeugt, kann sie auch in Spalten entstehn.

Digitized by Google

die Abwesenheit eines Schmelzprocesses. Die Meteorstei-
ben im Allgemeinen die nämliche Beschaffenheit, bl-
derselben, von Stannern, Jonzac und Alais, unter sich
ähnlich, weichen von den übrigen so sehr ab, daſs
einer andern Heimath abstammen müssen. Sie haben k-
diegenes Eisen, sind ein Aggregat von deutlich unter-
baren Mineralien und enthalten nur eine unbedeutende
tität von Talkerdesilicat, dagegen aber, aufser etwas
feleisen, Silicate von Kalk, Thonerde und Eisenoxyd
Chrom. Nach G. Rose[1] sind sie wahrscheinlich Gemen
Labrador und Pyroxen, nebst etwas nickelfreiem Mag
An einfachen Stoffen enthalten die sämmtlichen, bis je
kannten, meteorischen Gebilde: 1) Sauerstoff als B
theil der Metalloxyde und Erden; 2) Wasserstoff in d
ganischen Substanz des Steines von Alais; 3) Schw
Schwefeleisen und der schwefelsauren Thonerde; 4) P
in den Flittern, welche bei der Auflösung des Me
in Salzsäure und Schwefelsäure niederfallen; 5) Kol
teoreisen und in der unbekannten Substanz des Ste
Alais; 6) Kiesel in den Silicaten; 7) Chrom als einzi
tronegatives Metall, von Laugier aufgefunden, welch
jedoch wesentlich angehört; 8) Kalium hat Vauquelin
gefunden; 9) Natrium, durch Stromeyer zuerst wah
men; 10) Calcium; 11) Magnium; 12) Aluminium
als Oxyde gewöhnliche Bestandtheile der Meteorstei
13) Eisen; 14) Mangan; 15) Nickel durch Howard e
16) Kobalt durch Stromeyer, 17) Kupfer durch La
18) Zinn durch v. Holger und Berzelius, im Ganz
18 einfache Körper.

13) Nach Vergewisserung der Thatsache von wirkl
der Atmosphäre herabgefallenen Stein- und Metallmassen
nothwendig die Frage allgemeines Interesse erregen, w
che Weise ein so seltsames und anscheinend widern
Phänomen mit bekannten Naturgesetzen in Einklang zu
sey. Vier Hypothesen sind über den Ursprung derselben
stellt worden, von denen drei bis auf die neuesten Zeit
lebhafte Vertheidiger fanden, während die eine sofort a
haltbar allgemein verworfen wurde.

---

1 Poggendorff Ann. IV. 173.

) Es ist bereits oben (§. 1.) erwähnt worden, dafs J. A.
s und dessen Bruder die Thatsache des Herabfallens solcher
assen vom Himmel als der Natur zuwider für unmög-
klärten und die sibirische Eisenmasse sowohl, als auch
auf die Erde gefallene Mineralkörper für Auswürflinge
ulcanen ansahn[1]. Olbers[2] hielt anfangs gleichfalls die
ne herabgefallenen Steine für Auswürflinge des Vesuvs,
e 18 Stunden vor der Zeit des Niederfallens derselben
n Hamilton beschriebenen furchtbaren Ausbruch zeigte,
nach schien ihm die Wurfkraft des Berges grofs ge-
nn diese Steine 60 Stunden weit, bis Siena hin, zu
dern. Eine genauere Berechnung des Luftwiderstandes
doch, dafs eine solche Entfernung nicht einmal durch
oder bleierne Kugeln, geschweige denn durch die spe-
leichteren Meteorsteine zu erreichen ist, zudem sind
teine in solchen Entfernungen von Vulcanen wirklich
gefallen, dafs jeder Zusammenhang zwischen beiden als
möglich erscheint. Es bedurfte indefs für Olbers die-
mente nicht, vielmehr gab er selbst die Hypothese
wieder auf, als Howard's Analysen und Beschreibun-
gethan hatten, dafs die Meteorsteine keine Erzeugnisse
ser Vulcane seyn könnten, und seitdem darf man diese
ngsart als beseitigt betrachten.

) Sehr viele Vertheidiger hat die Hypothese gefunden,
e Meteorsteine, gleich dem Hagel, aus mineralischen
en gebildet würden. Das Vorhandenseyn solcher Sub-
n in der Atmosphäre glaubte man kaum nachweisen zu
, da das Aufsteigen derselben aus Hohöfen und Hüt-
ken sattsam bekannt sey, eine Vereinigung derselben zu
enden Massen aber ebenso gut möglich seyn müsse, als
s Wasserdampfes zu centnerschweren Hagelklumpen.
e nahmen dabei ihre Zuflucht zur Elektricität, was je-
keine Beachtung verdient, so lange die eigenthümliche
ngsart dieser Potenz bei dieser speciellen Bildung nicht
bezeichnet wird. J. T. Mayer[3] äufserte diese Hypothese

[1] Abrégé de principes et de faits concern. la Cosmologie. Brunsw. p. 97.

[2] Mon. Corr. Th. VI. S. 148. Vergl. Lichtenberg verm. Schriften. VII. S. 352.

[3] Lehrbuch der phys. Astronomie. S. 334

Digitized by Google

im Allgemeinen, Dirur[1] behandelte sie ausführlich, gewahrt man bald, dafs ihm zur genügenden Begründung selben die erforderlichen physikalischen Kenntnisse m auch an Freygang[2] fand sie einen Vertheidiger und minder an Wrede[3]. Dieser wendet gegen den Ursprung derselben ein: 1) dafs ein 110 ℔. schwere welcher aus der Anziehungssphäre des Mondes in die gelangen und auf letztere fallen soll, beider Abstand Erdhalbmessern angenommen und den Widerstand nach L. Euler berechnet, eine Endgeschwindigkeit von Fufs erlangen und nach Vergleichung mit Bomben suchen 114 Fufs tief einschlagen müfste; 2) dafs sie nicht vom Monde mitbringen könnten, weil sie 5 Stunden 14 Min. 19 Secunden Zeit zum Fallen und sich während dieser Zeit abkühlen würden. Dagegen seitigt Wrede einen gegen diese Hypothese gemachten wurf, nämlich dafs die Steine vom Monde aus hohe nördliche Breiten geschleudert werden könnten, zeigt, wie diese Folgerung auf der falschen Voraus nes lothrechten Fallens zwischen den Mittelpuncten Himmelskörper beruhe. Seiner Ansicht nach sind die steine tellurischen Ursprungs, ohne dafs er jedoch die res Entstehens genau angiebt. Die Meteorsteine hält er schieden von den Sternschnuppen, wie es überhaupt dene Arten von Feuerkugeln geben soll, indem die welche keine Meteorsteine liefern, für atmosphärischen sprungs, die Meteorsteine aber entweder für vulcanisch für meteorisch gelten müssen. Zur Unterstützung ihrer canischen Ursprungs berechnet er, dafs die Dämpfe canen nach G. G. Schmidt's Formel eine Anfangsgeschwindigkeit von 2,3 Meile in einer Secunde zu erzeugen gen, und also nach Abzug von 1 Meile für den Widerstand der Luft bis 375 geogr. Meilen, bei 10000 Fufs Anfangsschwindigkeit aber bis 67,6 Meilen Entfernung geschleudert werden könnten. Ein Argument zur Unterstützung der

1 Ideen zur Naturerklärung der Meteor- oder Luftsteine. 1805.

2 Gedanken über die Luftsteine. Gött. 1804.

3 Neue Schriften d. Ges. Naturf. Freunde. Th. IV. S. Auszuge in G. XIV. 55.

Digitized by Google

om atmosphärischen Ursprunge der Meteorsteine fand in einem angeblichen Versuche von Beaufort[2], aus einem Gemenge von Wasserstoffgas, aus Eisen- nd verdünnter Schwefelsäure bereitet, mit Kohlen- chwefelgas und Staube von Kalk und Erde vereint, t starker elektrischer Funken ein metallisches Kügel- onnen zu haben angab. Patrin[3], nachdem er die des Herabfallens von Meteorsteinen lange Zeit be- atte, erklärte ihren Ursprung aus einer Assimilation Dampfform in der Atmosphäre vorhandenen metal- nd erdigen Stoffe. Im Ganzen stimmt hiermit die r. Hahn's[4] überein, auch ist Fischer[5] ein Anhän- lben, und insbesondere hat Izarn[6] diese Hypothese e Menge hochtrabender Worte mehr in eine dunkle racht, als aus klar gedachten physikalischen Princi- vickelt. Ferner können noch Seguin[7], Soldani[8], [9] und Baumgartner[10] als Anhänger dieser Hypo- annt werden, deren Zahl sich noch bedeutend ver- ielse, wenn es sich der Mühe lohnte, die verschie- iber diesen Gegenstand geäufserten Meinungen aufzu- Ruhland[11] prüft die bei diesen Meteoren beobach- cheinungen und gründet darauf die Folgerung, dafs Bestandtheile in der Luft vorhanden sind, mithin auch einigt und unter Mitwirkung der Elektricität in die- m gebracht werden können, unter welcher sie auf herabzufallen pflegen, wogegen jedoch Schweigger indete Zweifel erhebt. Dagegen meint Nicholson[12], Luft nur bis zur Höhe von 500 Fufs $\frac{1}{1000}$ Eisen

---

ilen's N. Journ. Th. I. S. 52.
los. Magaz. 1802. N. LIV. p. 148.
rn. de Phys. T. LXVIII. p. 401. G. XXXIII. 189.
e Schriften der Berl. Ges. Naturf. Freunde. Th. II. S. 202.
liner Denkschriften 1820 u. 21. S. 11.
pierres tombées du ciel, ou Lithologie atmosphérique cet. 8.
. de Chim. T. LXXXVIII. p. 162.
dell' Accademia di Siena. T. IX.
. de Chim.
dbuch d. Naturlehre. Wien 1836. S. 846.
weigg. Journ. Th. VI. 14. XII. 416.
rnal of nat. Philos. T. III. p. 256.

und Metall enthalte, so würden über einer Fläche von Acres 3000 &c. derselben vorhanden seyn, wovon nur ein geringer Theil sich zu präcipitiren brauche, um einen ge gen Steinregen zu erzeugen. Auch Fischer[1] findet keine pothese zur Erklärung der Thatsachen genügend, auf des tellurischen Ursprungs, die er mit den bekannten menten zu unterstützen sucht.

14) Bei weitem der gewiegteste Vertheidiger der these vom tellurischen Ursprunge der Meteorsteine ist welcher die ganze Aufgabe mit specieller Berücksichtigu Thatsachen und Anwendung wohlbegründeter Naturgese handelt, so dafs es allerdings der Mühe werth ist, eine bersicht des Ganges seiner Untersuchung mitzutheilen. an stellt er zuerst den Hauptgrund für die Richtigkeit Ansicht, welcher darauf beruht, dafs die Bestandtheile Gebilde ganz den irdischen gleichen, da die übrigen melskörper sich durch uns bekannte Eigenthümlichkeit mentlich ihres abweichenden specifischen Gewichtes, unterscheiden, dafs hierauf die Vermuthung verschieden standtheile derselben gebaut werden kann. Demnach er die Gründe, womit diese Hypothese, namentlich Chladni, bestritten und der kosmische Ursprung dieser teorgebilde unterstützt wurde. Gegen das Hauptargumen die hierzu erforderlichen Stoffe in der Atmosphäre nicht funden werden, führt er die Erfahrungen von den unen lichen Quantitäten an, die alljährlich aus den Hohöfen überhaupt bei technischen Processen in Dampfgestalt e steigen, und von den heterogenen Bestandtheilen, die nem Wasser vegetirende Pflanzen aus der Luft aufzune pflegen. Einen andern, aus der grofsen Höhe hergen nen Gegengrund[3] sucht er damit zu beseitigen, dafs Thatsache selbst in Zweifel zieht, sofern solche Mes nicht scharf sind und aus so grofsen Höhen kein Schall

1 Edinburgh New Phil. Journ. N. XXXI. p. 75.

2 G. LXXII. 375.

3 Die Feuerkugel vom 31. März 1676. soll in 9,5, die vom März 1719 in 64, die vom 17. Juli 1772 in 5, die vom 18. Aug. in 12, die vom 11. Sept. 1784 in 9,5, die vom 15. Mai 1811 bis 18 geogr. Meilen Höhe zerplatzt seyn.

könnte. Letzteres hat gewifs viel Wahres, allein ugleich zugegeben wird, dafs die Höhe wirklich ge- und Meteorsteine gebender Feuerkugeln so weit reicht, Luft tausendmal dünner als über der Erde ist und Bestandtheile dazu aus einem übermäfsig grofsen Rau- einigt werden müfsten, wenn dieses dann dadurch be- werden soll, dafs das Mariotte'sche Gesetz dort viel- icht statt finde oder der Dampf solcher mineralischer wohl so dünn nicht sey, so fühlt der unparteiische For- ald, dafs sich die eigentliche Schwäche der Hypothese ohl genügend rechtfertigen lasse. Auch Egen erwähnt abfallen bedeutender Schneemassen, selbst in beträcht- Höhen, um daraus die Möglichkeit der Bildung von et- ndert Pfund schweren Meteorsteinen zu folgern; allein lageklumpen von solcher Masse sind noch immer pro- sch und es würde die Erklärung ihres Entstehens grofsen igkeiten unterliegen, falls ihr Herabfallen vom Himmel elhaft constatirt wäre, ungeachtet selbst auf der Ober- ines mit kälterem Wasser gefüllten Glases sofort die theile, woraus dieser gebildet werden könnte, in Menge rschein kommen, statt dafs die feinsten Kunstgriffe der er die Grundstoffe der Meteorsteine bis jetzt noch nicht den vermochten. Allerdings fallen mineralische Sub- mit dem Regen herab, allein blofs im Anfange nach Dürre, und so liegt eben hierin zwar ein Beweis, dafs in die Atmosphäre emporsteigen, zugleich aber auch hweisung des Mittels, wodurch diese sich derselben entledigt. Ein Argument für den kosmischen Ursprung teorsteine, welches daraus hergenommen wird, dafs Beobachter solche Massen vermittelst der Fernröhre ltraume gesehn haben, will Egen durch die Unsicher- ser Beobachtungen entkräften, dagegen meint er, der sprechlich entscheidende Beweis für einen tellurischen gen einen kosmischen Ursprung liege in der Beschaffen- er Bahn, welche im ersten Falle ein Kreisbogen, im ein Bogen doppelter Krümmung seyn müsse, ein Um- auf welchen man bisher zu wenig geachtet habe. Um Betrachtung gröfseres Gewicht zu geben, unterwirft den Meteorsteinfall am 3. Juni 1822 zu Angers einer n Untersuchung und gelangt zu dem Resultate, dafs

Digitized by Google

diese zu Angers in SO. und zu Poitiers in NW. ge
Feuerkugel ungefähr eine Höhe von 7,2 französ. Meile
eine Geschwindigkeit von 250 bis 400 Fuſs in einer Se
bei geringer Neigung ihrer Bahn, gehabt habe.

Egen entnimmt endlich aus den Erfahrungen üb
Feuermeteore Folgerungen, die ihn zu dem Schlusse
daſs die Meteorsteine nicht kosmischen Ursprungs seyn
nen, vielmehr einen atmosphärischen haben müssen.
sind die Feuerkugeln, aus denen Meteorsteine herabfall
ihrem ersten Erscheinen an zu wenig beobachtet, w
erst durch ihren Lichtglanz oder das Getöse beim Zer
auf sie aufmerksam wird, in den meisten Fällen trüb
jedoch der, wenn gleich ganz heitere, Himmel, es zog
eine dunkle, auch wohl eine glänzende Wolke zusamm
aus dieser flog das Meteor hervor. War gleich in einig
len die Wolke nur Rauch, welcher die Feuerkugel
so konnte sie doch in andern auch wohl die Erzeuger
selben seyn. So sah man im Oct. 1792 in Schwe
Wolken von S. nach N. das Firmament bedecken, sie
nigten sich zu einer funkensprühenden Feuerkugel. Am
Jan. 1756 bemerkte man in Irland gegen Abend eine
Tagslichte nahe kommende Erleuchtung, drei Stunden
einen hellen Lichtstreifen, welcher 16 Minuten lang in
lender Bewegung mit mancherlei Farben spielte, bis da
teor explodirte und verschwand. Am 12. Nov. 1799 d
kreuzten sich Lichtstreifen, die sich später in eine wärm
gende Feuerkugel zusammenzogen, und am 21. Mai
erblickte man nach ungewöhnlicher Finsterniſs erst helle
men, die zwei Feuersäulen bildeten, aus denen sich auf
Zuge die Feuerkugel gestaltete. Die Feuerkugel, die
Nacht zum 3. Januar 1810 in der Schweiz gesehn wurde
obachtete man zuerst zu Bern als schlangenförmiges Lich
teor, welches sich dann zur Kugel zusammenzog. Zu
geux sah man am 10. April 1812 gen Süden einen
schein und in dessen Mitte einen leuchtenden Punct, in
chen sich das Ganze concentrirte und dann eine Feuer
von der Gröſse des Mondes bildete. Dr. Nieuwenhuis
am 23. Aug. 1812 einen rothen Lichtgürtel, doppelt so
als der Vollmond; dieser wechselte Gestalt und Farbe, es
stand in ihm eine Feuerkugel, welche ausgeworfen wurde

n ihm einis

r in ihn zurücktrat. Einige Fischer sahen am 17. April am Rhein und am 10. Mai 1820 zu Andernach in ei- ichtwolke eine Feuerkugel entstehn; ebenso beobachtete n 20. Juli 1820 zu Brünn einen hellen Lichtstreifen, r zunehmend heller heraufstieg, bis er sich zu einer ollen Feuerkugel zusammenballte, und zu Neuhausen bei hut zog sich am 8. Febr. 1822 ein dunkelrother Schein immel in eine feurige Kugel zusammen.

ichtlich habe ich diese Thatsachen sämmtlich mitge- um den Hauptgrund, worauf die Vertheidiger des at- rischen Ursprungs der Meteorsteine ihre Hypothese stü- nicht zu schwächen. Sie lassen sich leicht noch ver- Unter andern sah auch Kotzebue[1] am 13. Sept. u Hanaruro auf den Sandwich-Inseln aus einer Wolke 5 S. schwere Meteorsteine herabfallen. Der Himmel ar heiter und die dicke schwarze Wolke berührte mit ntersten Rande einige der hohen Bergspitzen. Es war e Windstille, aber plötzlich erhob sich aus NO. ein Sturm, und gleichzeitig entstand in der Wolke das Krachen, welches einige Minuten anhielt. Nach Egen's soll also eine unter Lichtentwickelung thätige Natur- ft in den obern Regionen der Atmosphäre schweben- Theilchen der Meteormassen vereinigen und diese ihre gung bewirkenden Kräfte sollen ihnen dann zugleich Bewegung ertheilen, deren Richtung von der der Schwere leden ist. Könne diese Vereinigung nicht im Bereiche tmosphäre statt finden, so sey dieses noch weniger im ume möglich, wo es sonst früher geschehn müsse, als wischentreten der Lufttheilchen es hindere, und ebenso die Bewegung der lockeren Masse, wenn diese auch im elsraume statt fände, durch das Eintauchen in den Luftkreis hoben werden. Bei der Bildung der Meteorsteine soll lektricität mitwirkende Potenz seyn, jedoch ist Egen in physikalischen Gesetzen zu sehr bewandert, als dafs er hierüber nicht mit gröfserer Behutsamkeit äufsern sollte, dere der Sache Unkundige, die geradezu alles Unerklär- den Wirkungen dieser Potenz zuschreiben, um, wie er g bemerkt, das Dunkle aus dem Dunkeln zu erklären.

[1] Dessen Reisen. Th. II. S. 189.

Digitized by Google

Nur im Allgemeinen deutet er daher die Aehnlichkeit an, allerdings zwischen den meteorischen Feuerkugeln und schen denen statt findet, welche häufig bei Gewittern stände treffen, auf sie herabfallen und sie nach Art cher Blitzschläge zerstören, ohne irgend eine Spur ein handenen Masse zurückzulassen. Hiernach, meint er ferner, liefsen sich die zahlreichen Sternschnuppen, Menge oft in einer Nacht allzugrofs ist, als dafs man gesammt für Erzeugnisse kosmischer Materie halten kön gröfseren Feuerkugeln und die den Gewittern zugehörig gleichartige, blofs verschieden modificirte, elektrische E nungen betrachten, von denen einige die wässerigen E nisse aus den untern Regionen, namentlich im Hagel, die mineralischen aus den obern Theilen des Luftkrei gleiten. Demzufolge mufs das Erscheinen der Feuer und ihr zahlreicheres Vorkommen auch mit andern Na nomenen, namentlich Stürmen und Erdbeben, verbun wogegen es allzu abentheuerlich seyn würde, die grofsartigen Erscheinungen als Erzeugnisse einer, den gen kosmischen Massen der Meteorsteine inwohnende sondern Kraft zu betrachten. Auch einige mechanische kungen der Feuermeteore sollen zu der Annahme ihrer gung im freien Raume mit Wahrscheinlichkeit und wifsheit nicht passen. Dahin gehört zuerst die pl Wärme, die bei manchen Feuerkugeln, z. B. bei der Mai 1759, vom 13. Juni 1763, vom 12. Nov. 1799, April 1800, vom 8. Nov. 1813 und vom 27. Apr. 181 obachtet wurde, die von einer Compression der Luf herrühren kann, weil sonst gleichzeitig heftiger Sturm müfste, und die vielmehr von mächtigen Naturkräften werden mufs, wie wir sie nach der Analogie der den tern vorausgehenden Schwüle in der Elektricität mit scheinlichkeit vielleicht finden können. Die Detonatio Zerplatzen der Feuerkugeln sind so stark und mit so Erschütterungen verbunden, dafs selbst die Explosion der ℔. Schiefspulver zu Leyden sie nicht erreichte und bl Getöse der Vulcane sie übertreffen, was dann aberm die Wirksamkeit mächtiger Naturkräfte deutet. Bei 2 F kugeln, der vom 8. Jan. 1648 und der vom 12. Juli die den Meteorsteinfall bei Dünaburg gab, hat man beob

sich ihre zersprengten Theile wieder vereinigten. Dieses unmöglich vom Widerstande der Luft abgeleitet werden, der vulcanische Auswürflinge, noch auch Kanonenkugelmals wieder von der Luft zurückgeworfen wurden, und vielmehr die Wirkung abstofsender und anziehender zu seyn, welche die Kugel auf ihrem ganzen Wege len und von denen auch die verschiedenen Gestalten gen mögen, die ihren wenigstens beim Explodiren schon Kern als leuchtende Hülle umgeben. Ebendiese müsch die Bewegung der Meteorsteine bedingen, weil sie im Fallen sich mehr der senkrechten nähern oder tiefer lagen müfsten; denn ihre Geschwindigkeit ist gar nicht tend, da die Bruchstücke bei l'Aigle und Stannern, unet sie in einer Höhe von mehr als einer Lieue zerplatzdoch nur über eine elliptische Fläche von etwa einer verbreitet lagen, mithin nur etwa eine halbe Lieue weit schleudert seyn konnten. Dahin gehört dann auch das chen aus ihrer Bahn und selbst eine sprungweise erfol- Bewegung zur Seite und aufwärts, zu deren Erklärung wöhnlichen bewegenden Kräfte nicht genügen, indem ehr andere wirksam seyn müssen, die zugleich auch bei reinigung der Meteorsteinmassen thätig sind. Den vorsten Beweis gegen einen kosmischen Ursprung der Meine findet Ecker in der Projection ihrer Bahn. Die Feuerl, mögen sie Meteorsteine geben oder nicht, erscheinen bestimmte Regel zu allen Tags- und Jahreszeiten und gen sich in willkürlichen Richtungen. Wären diese Mekosmisch, so müfsten sie entweder unserm Sonnensyt angehören und sich in einer durch dessen Schwerpunct den Ebene bewegen, oder frei im Weltraume schweben, dann wäre ihre relative Bewegung die Resultante ihrer en und der Bewegung unserer Erde, zu deren Berechjedoch unsere Hülfsmittel nicht ausreichen. Im erstern aber müssen die Bahnen der Feuerkugeln die Bahn der schneiden, wenn sie auf dieselbe herabfallen sollen, und letzteres nur bei denen statt finden kann, die aus ihrer gänzlich abgelenkt werden, so müssen bis zu 230 geogr. en von der Oberfläche der Erde an ebenso viele Feuerln nach einer Störung ihrer Bahn sich wieder von der e entfernen, als auf sie herabfallen. Setzt man den Durch-

Digitized by Google

messer der Feuerkugeln auf 0,25 geogr. Meilen, so sind
bis 800 Meilen Höhe bei einem scheinbaren Durchmesser
1 Minute noch sichtbar, und da nach v. Schreibers
jährlich über der ganzen Erde etwa 2500 Meteorsteinfälle
eignen, so müfste der Weltraum im eigentlichsten Sinne
ihnen erfüllt seyn, wobei es unbegreiflich bleibt, dafs
nicht mehr gesehn werden. Da man die Rotation der E
die nur $\frac{1}{289}$ ihrer Bewegung im Raume beträgt und unter
heren Breiten verschwindend ist, vernachlässigen kann,
müssen aus Rücksichten auf die Bewegung der Erde im W
raume von den Feuerkugeln am Morgen verhältnifsmäfsig
auf die Erde herabfallen, von denen am Abend dagegen
hältnifsmäfsig viele sich wieder von der Erde entfernen,
den Mittagsstunden angehörenden müssen eine östliche
die mitternächtlichen eine westliche Richtung haben, wa
alles den Erfahrungen nicht angemessen ist.

Die hier mitgetheilten Betrachtungen enthalten ohne Z
fel das Wichtigste, was sich mit Grunde gegen die Hypo
eines kosmischen und für die eines tellurischen Ursprung
Meteorsteine sagen läfst. Nur solche gründliche Untersu
gen verdienen nähere Beachtung, die man nicht wohl blofs o
flächlichen Behauptungen, z. B. von v. Scherer[1], zuwe
kann, wonach die Meteorsteine losgerissene Stücke der Mo
berge seyn sollen, die durch die Wirkung eines elektris
Actes in den Zustand gekommen sind, in welchem wir sie
den. Ausführlicher und gründlicher, jedoch ungenügend r
sichtlich der in Anspruch genommenen wirksamen Potenz
die Hypothese von Butler[2], nach dessen Ansicht diese
bilde aus den Dämpfen in der oberen Luftregion vermit
der Einwirkung des Magnetismus erzeugt werden sollen.

15) Nach einer dritten Hypothese, welche gleichfalls v
Anhänger gefunden hat und neuerdings durch einen der
rühmtesten Gelehrten vertheidigt worden ist, sollen die Me
steine aus Mondvulcanen herstammen, weswegen man sie
Mondsteine genannt hat. Olbers[3] war der erste, der

1 Oken's Isis. 1833. Hft. IV. bis VI. S. 481.

2 Froriep Notizen. 1830. N. 575. Aus Trans. of the Asiatic S
Auch in Monthly Magaz. New Ser. T. VIII. p. 111.

3 Mon. Corr. Th. VII. S. 149. Im Auszuge in G. XIV. 88.

. Corr.

im Jahre 1793 bei Gelegenheit einer Vorlesung im Mu-
n Bremen auf Veranlassung des so eben bekannt ge-
nen Steinfalles zu Siena äufserte, jedoch nur als ein in
chts Widersprechendes enthaltendes Problem, dafs Mas-
n andern Weltkörpern, namentlich vom Monde, ausge-
n und durch hinlängliche Wurfkraft bewegt allerdings
de gelangen könnten. Die Möglichkeit hiervon wies er
ter der Bedingung nach, dafs beide Weltkörper sich
e befänden, und unter den vielen späteren Lösungen
Problems verdient wohl diese früheste hier mitgetheilt
rden, da alle folgende auf den nämlichen Grundsätzen
nd blofs etwas verschiedene Gröfsen zum Grunde le-
Die Aufgabe an sich ist leicht zu übersehn. Jeder loth-
von der Erde durch Wurfkräfte emporgeschleuderte Kör-
rde nicht wieder auf dieselbe zurückfallen, wenn seine
ung so stark wäre, dafs die ihr entgegenwirkende Schwere
ht zu zerstören vermöchte, bis er an einen Ort ge-
wo er, von einem andern Weltkörper stärker angezo-
auf diesen herabfallen müfste. Da die Anziehung der
per sich direct wie ihre Massen und umgekehrt wie
adrat der Entfernungen verhält, so sey die Masse der
= T, die des Mondes = L; der Abstand beider = a;
halbmesser der Erde = r; der des Mondes = ρ; die Ent-
g von der Erde, wohin ein Körper kommen mufs, da-
e Anziehung des Mondes auf ihn gröfser werde, als die
rde = x, mithin vom Monde aus = a — x. In die-
uncte wirkt die Anziehung der Erde auf ihn mit einer
$= \frac{T}{x^2}$, der Mond mit einer $= \frac{L}{(a-x)^2}$, wodurch die
ung des von der Erde emporgeschleuderten Körpers
ert wird. Beide müssen einander aufheben, wenn der
t zwischen ihnen zum Stillstande kommen soll, jedoch
blofs um eine relative Bewegung zu thun ist, so darf
ztere um so viel geringer seyn, als womit die Erde
vom Monde angezogen wird, nämlich um die Grösse

mithin ist die ganze, die Bewegung des Körpers vermeh-

Kraft $= \frac{L}{(a-x)^2} - \frac{L}{a^2}$. Es sey dann die Geschwin-
it, womit der Körper in x anlangt, = v, so ist, da

dem Differential der Zeit ein Differential dieser Geschwindigkeit zugehört,

$$dv = -\frac{T\,dt}{x^2} + \frac{L\,dt}{(a-x)^2} - \frac{L\,dt}{a^2}.$$

und da $dt = \frac{dx}{v}$ ist, so wird

$$v\,dv = -\frac{T\,dx}{x^2} + \frac{L\,dx}{(a-x)^2} - \frac{L\,dx}{a^2},$$

also integrirt

$$\tfrac{1}{2}v^2 = \frac{T}{x} + \frac{L}{a-x} - \frac{Lx}{a^2} + \text{Const.}$$

Um die Constante zu bestimmen, dient der Satz, dass $x = r$ oder auf der Oberfläche der Erde $v = c$ oder die Geschwindigkeit, welche ein Körper auf der Oberfläche der Erde durch ihre Anziehung erhält, eine bestimmte Gröfse ist, man erhält dann

$$\text{Const.} = \tfrac{1}{2}c^2 - \frac{T}{r} - \frac{L}{a-r} + \frac{Lr}{a^2},$$

mithin ist

$$\tfrac{1}{2}v^2 = \tfrac{1}{2}c^2 - \frac{x-r}{xr}T + \frac{x-r}{(a-x)(a-r)}L - \frac{x-r}{a^2}L.$$

Nehmen wir an, der Mond habe gar keinen Einfluss auf den geworfenen Körper oder L sey $= 0$, so erhalten wir

$$\tfrac{1}{2}v^2 = \tfrac{1}{2}c^2 - \frac{x-r}{xr}T.$$

Hiernach bleibt v so lange möglich, als das, was rechter Hand ist, einen positiven Werth behält oder so lange $\frac{1}{2}c^2 > \frac{x-r}{x}$ ist. Setzt man x unendlich, so wird $\frac{x-r}{xr}T = \frac{T}{r}$, und der Körper wird also nie auf die Erde zurückfallen, wenn seine verticale Geschwindigkeit gröfser ist, als $\sqrt{\frac{2T}{r}}$. Die Schwere an der Oberfläche der Erde ist aber $= \frac{T}{r^2}$ und hierdurch erhält er eine Geschwindigkeit $= 2g$, wenn g den Raum bezeichnet, durch welchen er in einer Secunde lothrecht herabfällt, und da die Kräfte durch die Geschwindigkeiten ausgedrückt werden können, so ist $T = 2gr$ und die Geschwin-

it, womit ein vertical von der Erde geworfener Körper
ns Unendliche fortbewegen wird, $c = 2\sqrt{rg}$. Setzt man
$r = 3269093$ Toisen und $g = 15{,}114$ Fufs, so wird
4435,7 Fufs, womit ein Körper geworfen, ohne Rück-
auf den Widerstand der Luft, nie wieder zur Erde zu-
ren würde. Eine solche Kraft kann durch kein balli-
s Mittel erreicht werden, und wenn auch die der Vul-
ch so grofs angenommen wird, so würde dennoch der
stand der Luft den Erfolg unmöglich machen. Der Mond
n ist viel kleiner und hat keine Atmosphäre, die auf
forderliche Wurfkraft darf daher geringer seyn; ein Aus-
für dieselbe läfst sich aber leicht finden, wenn man den
ben L statt T in der gefundenen Formel setzt und
den Halbmesser des Mondes $\varrho = \frac{3}{11}r$ nimmt. Es ist
$= \frac{T}{68{,}5}$, und wenn daher die Fallgeschwindigkeit
n Monde $= 2g'$ genannt wird, so ist

$$2g' = \frac{2g}{68{,}5} \times \left(\frac{11}{3}\right)^2,$$

$$L = 2g'\varrho^2 = \frac{2gr^2}{68{,}5},$$

für den Mond ist $c' = 2\sqrt{\left(\frac{gr \times 11}{205{,}5}\right)} = 7967{,}08$ Fufs.

m Monde ausgeworfene Körper wird aber von ihm und
le gleich stark angezogen, wenn $x : a - x = \sqrt{T} : \sqrt{L}$,

$$x = \frac{a\sqrt{T}}{\sqrt{T} + \sqrt{L}}.$$

man in der Erdnähe $a = 56r$ und für L den oben an-
en Werth, so wird

$x = 49{,}964r$ und $a - x = 6{,}036r = 22{,}13\varrho$.

sich also ein Körper in der Richtung nach der Erde
22,13 Mondhalbmessern von diesem Trabanten, so fällt
wieder auf denselben zurück, sondern folgt der stär-
nziehung der Erde. Hierdurch wird die gefundene
geschwindigkeit um $\sqrt{\frac{1}{22{,}13}}$ geringer und wir erhalten

Digitized by Google

$$c'' = c' \sqrt{\left(1 - \frac{1}{22{,}13}\right)} = 7967{,}08 \sqrt{\frac{21{,}13}{22{,}13}} = 7785 \text{ F}$$

Die Erde zieht aber den Körper gleich anfangs an sich, die erforderliche Geschwindigkeit wird hierdurch verringert. Nennt man sie c''' und wird der Abstand beider Himmelskörper in Halbmessern des Mondes ausgedrückt, so ist nach den obigen Formeln

$$c''' = c'' - \frac{21{,}13}{(a-22{,}13)(a-1)} \cdot \frac{T}{c''} + \frac{21{,}13}{a^2} \cdot \frac{T}{c''} = 7780{,}16$$

welches als die geringste Anfangsgeschwindigkeit betrachtet werden mufs, womit ein vom Monde aus geworfener Körper aus der Anziehungssphäre des Mondes in die stärkere der Erde gelangen und auf diese herabfallen kann.

16) Wurfkräfte von einer solchen Stärke, als hier erfordert werden, hielt Olbers auf dem Monde für möglich, falls es dort Vulcane von gleicher Beschaffenheit giebt, wie unserer Erde, und somit wäre also die Möglichkeit, aber blofs diese, erwiesen, dafs Auswürflinge dieses Trabanten unserer Erde anlangen könnten. Als auch La Place[1] 1802 äufserte, Steine vom Monde würden auf die Erde gelangen können, wenn sie mit einer fünf- bis sechsmal gröfsen Anfangsgeschwindigkeit, als die unserer Geschütze, geschleudert würden, und eine so grofse Kraft werde auf irdischen Vulcanen getroffen, so gewann diese Hypothese Anhänger und mehrere Gelehrte berechneten die hierzu erforderliche Anfangsgeschwindigkeit, die aus leicht begreiflichen Gründen von allen ungefähr gleich grofs gefunden wurde. Joh. T. Mayer[2] findet hierfür 7700 Fufs, Brandes[3] dafür 8250 an und bemerkt zugleich, dafs sie noch weit gröfser seyn, nämlich über 3 Meilen betragen müsse, wenn die Steine bei ihrer Ankunft auf der Erde die bei Sternschnuppen wirklich beobachtete von 4 Meilen in 1 Secunde, oder das Vorhandenseyn anderweitiger bewegender Kräfte erklären sollten; Biot[4] berechnet 7771 pariser Fufs,

---

1 Bulletin de la Soc. philom. N. 66 u. 68. Mon. Corr. S. 277.

2 Voigt's Magaz. Th. V. S. 7.

3 Ebend. S. 56.

4 Bulletin des Sciences de la Soc. philom. a. a. O. S. 3

die Anfangsgeschwindigkeit 7123 par. Fufs, für die Fallens 2,657 Tage und für die Endgeschwindigkeit Ankunft auf der Erde ohne den Widerstand der Luft ufs in einer Secunde; nach G. G. Schmidt[2] würde igsgeschwindigkeit im Minimum 5686 par. Fufs und die windigkeit 33765 par. Fufs betragen.

Alle diese genannten Gelehrten haben jedoch blofs ichkeit bewiesen, dafs unter der Voraussetzung des es beider Himmelskörper durch Wurfkräfte von der nen Intensität Körper vom Monde auf die Erde ge- t werden könnten, sie sind aber keineswegs der Mei- fs die wirklich auf die Erde herabgefallenen Meteor- sen Ursprung haben, eben weil sie am besten ein- ie schwer die hierzu erforderlichen Bedingungen bei inschaftlichen und eigenen Bewegung der Erde und les statt finden könnten. Inzwischen fand die Hy- es lunarischen Ursprungs der Meteorolithen viele An- nter denen Vauquelin[3], welcher diese für die min- rsinnige hält, de Drée[4], nach dessen Ansicht sie n Thatsachen genügt, Prechtl[5] und Fourcroy[6], unter allen andern diese als die passendste betrachtet, werden können. Am ausführlichsten wurde diese Hy- urch v. Ende[7], welcher die Möglichkeit, dafs Aus- des Mondes auf der Erde ankommen könnten, als Place bewiesen voraussetzt und dann die Wahr- keit, dafs dieses wirklich geschehe, aus der Be- it der Mondsoberfläche ableitet. Dort befinden sich mal höhere Berge, als auf unserer Erde, und Einsen-

ht sich nicht entscheidend über den Ursprung der Meteor- meint jedoch, dafs sie der Astronomie angehören, und ch dadurch für den kosmischen Ursprung zu erklären. S. n. d'Astronomie. T. III. p. 111.

ns Lithologie atmosphérique. p. 283. G. XV. 329.

ndbuch der Naturlehre. Giefs. 1813. S. 176.

ns a. a. O. p. 253. G. XV. 428.

rn. de Phys. 1803. Jun. p. 428. G. XVIII. 296.

XX. 314.

n. du Mus. d'Hist. Nat. T. III. p. 112. G. XVIII. 320.

ber Massen und Steine, die aus dem Monde auf die Erde ind. Braunschw. 1804. 4. Im Auszuge in G. XVIII. 298.

kungen, die 3 Meilen im Durchmesser und 18500 Fuſs
haben, die vielen kleinen Krater mit ihren Ringgebirgen
ten an, daſs im Innern des Mondes groſse Kräfte, w
die Massen nach auſsen getrieben wurden, thätig seyn m
deren Gewalt die Tiefe der Einsenkungen und die groſs
vieler Ringgebirge beurkundet. Schröter glaubte ge
zu haben, daſs einige Stellen der Mondoberfläche si
den Zeiten Cassini's geändert hätten, ja er entdeckte zu
einzelne neue Krater und Berge, die er der sorgfältigsten
suchung ungeachtet vorher nicht wahrgenommen hatte.
unter seinen Augen schienen Veränderungen vorzugehe
dem sogar zwischen dem 7. Jan. und 5. April 1789 in
Umfange von 8 deutschen Meilen zwei neue Krater e
den waren[1] und er am 26. Sept. 1788 am Rande de
Imbrium eine Lichterscheinung wahrnahm, wo sich 12
später ein neuer Krater zeigte. V. Ende bezieht sich
auf die von andern Beobachtern, als Herschel und P
wahrgenommenen Lichterscheinungen, meint aber m
daſs auch ohne Lichterscheinungen Eruptionen stat
könnten. Bei einem Versuche zu Petersburg fiel eine
nenkugel von 0,2375 engl. Fuſs Durchmesser, mit 4
Pulver aus einer 7,7 Fuſs langen Kanone lothrecht in di
geschossen, nach 45 Secunden nieder und erreichte
Dan. Bernoulli[2] eine Höhe von 7819 engl. Fuſs,
aber im luftleeren Raume 58750 Fuſs erreicht haben
Mondvulcane können also bei dort mangelnder Atmo
und einer 5,3mal geringeren Schwere ihren Auswürflingen
eine solche Höhe geben, daſs sie in die Anziehungssph
Erde gelangen.

Als die durch v. Ende lebhaft vertheidigten Arg
einen groſsen Theil ihrer Gewichtigkeit verloren, jene
sich durch fortgesetzte Beobachtungen mit sehr helle
röhren überzeugte, daſs die vorgeblichen Veränderu
der Mondoberfläche auf Täuschungen beruhten und
merkten Lichtpuncte vermuthlich bloſse Wirkungen
gelten Lichtes seyen, fand der lunarische Ursprung de

---

1 Schröter selenotopographische Fragmente. Th. I. §.
465.

2 Hydrodynamica. p. 236.

e zwei neue Vertheidiger. Benzenberg[1] hat in einer diesem Gegenstande gewidmeten Schrift mehr seine , dafs die Sternschnuppen und Feuerkugeln durch zeugt werden, die vom Monde aus zur Erde gelan- derholt ausgesprochen, als neue Gründe hierfür auf- der die gegen diese Ansicht gemachten Einwendun- gend widerlegt; inzwischen ist von ihm allerdings darauf t genommen worden, dafs nur der geringste Theil der Mondvulcanen ausgeworfenen Massen die Erde wirk- en kann, weswegen viele Tausende solcher Steine den verschiedensten Bahnen um die Erde bewegen auch enthält sein Werk viele interessante, diesen Ge- betreffende Mittheilungen. Berzelius[2] dagegen, wel- zweiter Anhänger der Theorie vom lunarischen Ur- ler Meteorsteine aufgetreten ist, hat die Aufgabe von en Seite aufgefafst, indem er zuerst die Möglichkeit, dvulcane Massen bis in den Bereich der Erdanzie- schleudern vermögen, als durch Olbers, La Place re bewiesen voraussetzt und dann die Wirklichkeit, solche Körper in den Meteorsteinen besitzen, auf die onform und die chemische Beschaffenheit derselben Die Hauptmomente seiner Beweise kurz zusammen- nd folgende. Die Meteorolithen enthalten metalli- en; allein dieses Metall kann da, wo Wasser vor- t, in diesem Zustande nicht verharren und wir wer- r zu dem Schlusse veranlafst, dafs sie vom Monde n, wo es kein Wasser giebt, wie unter andern aus folgt, dafs sonst das Wasser und seine Bestand- e weit dichtere Atmosphäre um den Mond bilden als wir daselbst wahrnehmen. Die Meteorsteine sind nz eigentlich mineralische Gebilde und haben eine rischen Fossilien ähnliche Beschaffenheit, weswegen ltigt sind, sie für Bestandtheile irgend eines andern örpers zu halten. Ihre Bestandtheile sind im Ganzen einander fast bis zur Gleichheit ähnlich, weswegen einem bestimmten Weltkörper herrühren müssen, zu-

---

e Sternschnuppen sind Steine aus den Mondvulcanen u. s. w.

ggendorff Ann. XXXIII. 1 u. 113.

gleich aber zeigen sie eine solche Verschiedenheit, d
nicht von einem und demselben Orte abstammen kön
sie auf gleiche Weise einander ungleich sind, als d
lien verschiedener Gegenden unserer Erde. Diejenig
können am leichtesten zur Erde gelangen, die von d
der uns zugewandten Seite des Mondes ausgeworfen
daher sind die meisten Meteorsteine einander sehr ähnl
sie von daher kommen, die geringe Anzahl der
kommt von andern Orten, was mit der Erfahrung
übereinstimmt. Vielleicht ist die Menge des Nickels,
wir in diesen Gebilden finden, wegen seines Magn
Ursache, dafs der Mond uns stets die nämliche Seite
indem der Magnetismus der Erde auf diese Seite
und nicht zugleich auf die andere, dieses Metall
tende. Die Bestandtheile der Meteorsteine sind v
arten unserer Erde verschieden, was gegen die H
res tellurischen Ursprunges entscheiden mufs; in
Talkerde vorwaltend, die Kieselerde selten, u
nur einen unbedeutenden Gehalt an Silicaten v
und Alkali. Sie scheinen ferner nicht, wie unse
schen Producte, in einem geschmolzenen Zustande
fen, sondern ruhig und langsam gebildet zu seyn,
mentlich aus den Sprüngen hervorgeht, die meiste
dunklern Felsart ausgefüllt sind. Der Olivin ist
LIUS als präexistirend in den tellurischen Laven
backen, bei den Meteorsteinen ist er aber gleich
den übrigen Bestandtheilen gemengt. Als in ihre
theilen von den übrigen abweichend sind nur die
nern, Jonzac und Jüvenas zu betrachten, denn der
unterscheidet sich blofs dadurch, dafs er schon auf
de verwittert war; jene drei aber müssen aus ei
Gegend dieses Trabanten seyn, denn sie enthalten
genes Eisen, nur eine unbedeutende Quantität Talk
dagegen aber, aufser Schwefeleisen, Silicate von K
erde und Eisenoxydul und etwas Chrom.

18) Man mufs gestehn, dafs BERZELIUS
Scharfsinne alle die Argumente zur Unterstützung
pothese aufgesucht hat, die ihm seine tiefen Einsic
Chemie und Geognosie darboten, allein es wird
möglich seyn, sie gegen die Einwürfe zu schützen,

Digitized by Google

ligen Begründung derselben unwiderstehlich entgegen-
Einen Gegner hat derselbe bereits an v. Hoff[1] ge-
welcher noch bei seiner Prüfung der oben erwähnten
se von Butler[2] den kosmischen Ursprung der Me-
e für schwieriger, als den atmosphärischen zu verthei-
elt. Nach diesem sind die Bestandtheile der Meteor-
eine andern, als die sich auf unserer Erde finden, ihre
ionsform hat gleichfalls Aehnlichkeit mit den Minera-
erer Erde, ist aber dennoch insoweit verschieden, dafs
nach und hauptsächlich wegen des in ihnen vorhan-
ediegenen Eisens annehmen müssen, dafs sie vor ih-
abfallen der Erde nicht angehörten. Hierdurch wird
erdings die Folgerung wahrscheinlich, dafs sie von
serer Erde verwandten Weltkörper, also dem Monde,
en, und wenn gleich die Möglichkeit, dafs Körper vom
us den daselbst wahrscheinlich vorhandenen Vulcanen
lert werden können, nur für den Fall des Stillstandes
mmelskörper erwiesen ist, wogegen in Folge ihrer Bewe-
ein geringer Theil der ausgeworfenen Substanzen zur
ngen kann, so steht doch die Möglichkeit an sich
st. Von der andern Seite aber kommt zwar das Ei-
gen an, woraus auf die Abwesenheit von Sauerstoff
en wird, die übrigen Substanzen aber sind oxydirt
eisen daher für die Anwesenheit dieses Stoffes, auch
war die Oberfläche des Mondes auf stark wirkende
he Kräfte, allein deren jetzige Anwesenheit und fort-
Thätigkeit ist dennoch keineswegs erwiesen. Sind
e Meteorsteine von Mondvulcanen ausgeworfene Mas-
können sie während ihres Fluges nicht wohl Verän-
erlitten haben, auch zeigen sich davon keine Spu-
ser geringfügigen auf der Oberfläche. Hiermit stimmen
lie bei den Meteorsteinfällen beobachteten Erscheinun-
ht überein. Diese sind zuerst die Lichterscheinung
Tage eine die Meteorsteine meistens umgebende dunst-
Volke, welche die Folge einer entweder schon vorhan-
der erst in der Luft durch Reibung und Compression
en Glühhitze seyn müfsten. Letzteres ist jedoch wegen

[1] Poggendorff Ann. XXXVI. 161.
[2] Ebend. XXXIV. 351.

der Dünne der oberen Luftschichten, und da weder Kan
kugeln noch leichtflüssige Flintenkugeln in der untern
Atmosphäre irgend eine merkbare Erhitzung erhalten, nic
denkbar, um so weniger, als die Meteormassen auf de
als geformte, verhärtete und zwar heifse, aber keineswe
zum Erweichen oder Schmelzen glühende Massen ank
da sie der Hypothese gemäfs im untern Theile der L
rade den höchsten Hitzgrad annehmen müfsten. Die M
steinmassen, mit Ausnahme der gediegenen Eisenmassen,
gen sich als krystallinisch gebildete Felsarten, die n
Innern, sondern blofs auf der Oberfläche eine geringe
Bildung der Rinde bewirkende Veränderung erlitten
und auch die Eisenmassen zeigen in den Widmanstädte
Figuren ein krystallinisches Gefüge, was einer Schmelz
den untern Luftschichten widerstreitet. Vor allen Din
die laute Explosion, welche viele Meteorsteine in
Meilen betragender Höhe erregen, mit dem Herabfallen
auf dem Monde bereits ausgebildeten Körpers durchaus
träglich, weil sich nicht vorstellen läfst, durch welch
flufs ein plötzlicher Knall in jenen Regionen einer so
Atmosphäre entstehn könnte. Aufserdem übersteigt die
der Feuerkugeln die der aus ihnen herabgefallenen M
weilen um das Tausendfache, was sich aus einem durch
bung und Compression der Luft erzeugten Glühen da
nicht erklären läfst. Alle diese, mit der lunarischen H
these unvereinbaren Thatsachen berechtigen zu der Folg
„dafs in den Augenblicken, in welchen bei einem fall
„Meteore die Explosion und Lichtentwickelung erfolgt,
„mächtige chemisch-physische Operation vorgeht, die
„blofs Begleiterin des Falles eines festen Körpers oder
„kung dieses Falles ist, sondern die aus Urstoffen einen
„Körper bildet, und dafs dieser neue Körper eben der
„teorstein ist."

19) Wie oft auch Olbers den Vertheidigern des
rischen Ursprungs der Meteorsteine als gewichtige A
dient, so ist er doch keineswegs Anhänger dieser Hyp
wie schon aus seiner ersten Abhandlung über diesen G
stand und aus einigen spätern Bemerkungen[1] augenfällig

1 Benzenberg sandte seine oben erwähnte Abhandlung ü

ht. Olbers sagte schon in seiner ersten Abhandlung:[1] der mitgetheilten Berechnung ist auf die Bewegung des des und der Erde keine Rücksicht genommen. Wegen Bewegung des Mondes hat der von ihm ausgewor- Körper aufser der Wurfgeschwindigkeit auch noch die hwindigkeit, die der Mond selbst nach der Rich- der Tangente seiner Bahn hat. Ziehn wir diese mit trachtung, so erhellet, dafs die schweren Körper, vom Monde aus mit einer Geschwindigkeit von fast Fufs und darüber ausgeworfen werden, sobald sie sich genug vom Monde entfernt haben, um von diesem un- h weniger gezogen zu werden, als von der Erde, einen r oder weniger vom Monde perturbirten Kegelschnitt die Erde beschreiben werden. Um auf die Erde zu , mufs dieser Kegelschnitt eine Ellipse von solchen nsionen seyn, dafs das Perigeum derselben innerhalb Erdkörpers, wenigstens innerhalb der Atmosphäre der , fällt. Dazu gehört aber ein sehr bestimmtes Verhält- der Richtung und Wurfgeschwindigkeit des schweren pers und es können also nur sehr wenige der Massen, die Mond etwa ausschleuderte, auf die Erde fallen, so dafs Mond selbst nach und nach eine grofse Verminderung r Masse erleiden müfste." Olbers[2] sagt weiter: „Wenn Stein vom Monde mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 8000 Fufs fortgeschleudert wird und die erforderliche tung hat, so kann er die Erde treffen und würde dann einer Geschwindigkeit von etwa 35000 Fufs in einer Se- de auf derselben anlangen. Die Sternschnuppen haben eine Geschwindigkeit von 5 geogr. Meilen = 114000 und nach einer beiläufigen, auf etliche Tausend Fufs

schnuppen an Olbers und erhielt von diesem brieflich einige Be- ungen über die vertheidigte Hypothese, die mir abschriftlich mit- ilt worden sind. Ob der berühmte Astronom eine Veröffentlichung r belehrenden Aeufserungen beabsichtigte, weifs ich nicht, auf Fall darf er sie nicht scheuen, und da ich ungern dem Publi- einige triftige Entscheidungsgründe für eine so wichtige Aufgabe ben möchte, so nehme ich keinen Anstand, den wesentlichen In- derselben hier aufzunehmen.

1 Monatl. Corr. Th. VII. S. 158.

2 Handschriftliche Bemerkungen.

Digitized by Google

„richtigen Rechnung würde eine Anfangsgeschwindigkeit
„110000 Fufs auf dem Monde erfordert, wenn der aus
„fene Körper mit 114000 Fufs Geschwindigkeit in de
„der Erde ankommen sollte. Der Satz, dafs eine gl
„Pulverladung, welche nach Hutton's Versuchen einer
„nen Kanonenkugel 2000 Fufs Anfangsgeschwindigkeit
„auf dem Monde wegen der 5,3mal geringeren Schwe
„Anfangsgeschwindigkeit von $5{,}3 \times 2000 = 10600$ Fufs
„müfste, kann nicht unbedingt zugegeben werden[1], den
„jenen Versuchen war die beobachtete Geschwindigkeit
„horizontale, womit die Schwerkraft unmittelbar nich
„thun hat. Die Kugel wiegt auf dem Monde 5,3mal
„ger; aber annehmen, dafs sie deswegen 5,3mal schnell
„wegt werde, hiefse annehmen, dafs eine hölzerne Kugel
„gleichem Volumen, als eine eiserne, eine 10mal gröfsere
„schwindigkeit, als diese, mithin 20000 Fufs erhalten
„Da die parabolische Geschwindigkeit eines um die Erde
„fenden Körpers in der Entfernung von ihrem Mittel
„$= r$ gröfser ist, als wenn er sich in einer Ellipse
„bewegte, und jene für $r =$ dem Halbmesser der Erde zu

---

1 Ich finde diesen Satz, dafs bei gleichen Wurfkräften
fangsgeschwindigkeit auf dem Monde wegen geringerer Schwe
fser seyn müsse, zur Unterstützung der lunarischen Hypothe
aufgestellt, z. B. von v. Ende in G. XVIII. 302., allein diese
offenbar auf einer Verwechselung. Auf dem Monde, wie auf der
ist die nämliche Masse durch die nämliche Kraft in Bewegu
setzen und auf beiden Weltkörpern ist daher der Effect, al
fangsgeschwindigkeit, gleich. Wäre diese der Schwere ang
proportional, so müfste sie beim genau horizontalen Wurfe,
die Schwere rücksichtlich der zu ertheilenden Bewegung $= 0$ i
beiden Weltkörpern unendlich seyn. Die Schwere kommt al
in Betrachtung, aber nur insofern die verticale Richtung, in
sie wirkt, eine Componirende der Bahn ist, worin sich der
bewegt. In dieser wird er in der 1sten, 2ten, 3ten .... Secu
der Erde, wo die Schwere $= g$ ist, die Räume

$$s - g + s - 3g + s - 5g + \ldots.$$

zurücklegen, bis für die Zeiten in Secunden $= t$ die Räume $ts - t$
werden, auf dem Monde aber, wo die Schwere $= g'$ ist, wird
Räume $s - g' + s - 3g' + s - 5g' + \ldots.$ durchlaufen, bis $ts - t$
ist; dieser Unterschied zwischen g und g' ist aber bei der
wodurch die auf dem Monde erforderliche Anfangsgeschwindigk
funden wurde, schon berücksichtigt.

n 1 Sec. berechnet worden ist, so ist, wenn wir diese lische Geschwindigkeit = M und die halbe grofse Axe lipse = a nennen, die elliptische Geschwindigkeit v in ben Abstande

$$v = M\sqrt{1 - \frac{1}{20}},$$

nmer kleiner als M. Soll v gröfser werden als M, so negativ seyn, der Körper sich also in einer Hyperbel en. Alle die Körper also, die in der Nähe der Ober- der Erde eine gröfsere Geschwindigkeit haben, als Fufs, können nicht bei der Erde bleiben, sie werden ur mehr oder weniger um sie biegen, um in weiterer nung von ihr lediglich der anziehenden Kraft der Sonne horchen, um die sie dann irgend einen Kegelschnitt be- ben werden. Dieses kann dienen, die Idee von Mil- kleiner Massen, die um die Erde laufen sollen, zu tigen."

) Werden die bisherigen Erörterungen gehörig gewür- ergiebt sich, dafs die lunarische Hypothese unter al- wenigsten haltbar ist. Gegen die Annahme, dafs die steine aus irdischen Vulcanen abstammen, entscheidet genschein, weil wir den Unterschied der Meteorsteine er vulcanischen Producte deutlich wahrnehmen, wes- man nicht wagt, gleich kühne Hypothesen, als in Be- g auf den entfernten Mond, aufzustellen, sonst könnte uch hierfür übermäfsig grofse Wurfkräfte annehmen und teormassen aus gröfseren Tiefen ableiten, als wo die nlichen Laven entstehn. Will man annehmen, die Me- ine würden an der Grenze unserer Atmosphäre aus Däm- gebildet, so sind jene Regionen uns gleichfalls unbekannt ie Wirksamkeit unbekannter, für diesen Zweck erfor- ier Potenzen bleibt zwar immer blofs hypothetisch, läfst agegen aber nicht mit absoluter Evidenz widerlegen, was ziehung auf die lunarische Hypothese mir allerdings der zu seyn scheint. Es wird zwar oft wiederholt, eine kraft der Mondvulcane von gegen 7500 Fufs Anfangs- windigkeit, durch welche Boliden von dort her zur Erde gen könnten, sey mathematisch erwiesen, allein dieses nt mir noch keineswegs der Fall zu seyn, und wenn es

Digitized by Google

so wäre, so ist zwischen der bloſsen Möglichkeit und d
Wirklichkeit, bei vorhandener überwiegender Unwahrsch
lichkeit, noch eine groſse Kluft befestigt; denn bloſs mögl
ist auch, daſs ein Komet an die Erde stöſst, allein bis je
ist es noch nicht geschehn und wird auch wohl nie gesche
Zuerst darf man die im Minimum erforderliche Wurfkraft d
Vulcane von etwa 7500 Fuſs aus triftigen Gründen in Abr
stellen. Allerdings sind die Wurfkräfte der Vulcane unerm
lich, aber sie sind nach der Natur der Krater auf verhältn
mäſsig so kleine Massen nicht so concentrirt. Wenn man
eine Kanone die hundertfache Menge Pulver lüde, als in e
gewöhnliches Schieſsgewehr, so hätte man allerdings die hu
dertfache Kraft, allein dennoch würde diese eine einzelne Fl
tenkugel keineswegs hundertmal weiter, ja nicht einmal so w
fortschleudern, als das ungleich kleinere Schieſsgewehr. D
Vulcane können daher unermeſslich groſse Massen auswer
und kleinere, als Staub und Asche, durch die aus ihnen au
steigende Säule von erhitzten Dämpfen, brennenden Gase
glühend heiſser Luft zu ganz unglaublichen Höhen heben,
daſs sie durch den Wind bis zu undenkbaren Fernen fort
führt werden, aber sie vermögen nicht, einer compacten M
eine gleiche Anfangsgeschwindigkeit zu geben, als unsere
geringere Kraft völlig concentrirenden Geschütze. Bergm
BERG[1] führt an, daſs bei einem der fürchterlichsten Ausbrüch
des Hecla am 5. Apr. 1766 ein Stein bis 3 Meilen, die M
zu 24000 rhein. Fuſs gerechnet, also bis 72000 Fuſs weit g
worfen wurde. Man weiſs, was von solchen Bestimmung
nach ganzen Meilen zu halten sey; allein angenommen,
Gröſse sey vollkommen genau, so ist der Hecla 4790 Fu
hoch, welches einer lothrechten Fallhöhe von 18,87 Secund
zugehört, und hätte also der Stein eine horizontale gleichbl
bende Geschwindigkeit von 2000 Fuſs in 1 Secunde gehab
so legte er in dieser Zeit $18{,}87 \times 2000 = 37740$ par. Fu
zurück, so daſs, jene Gröſse zu 70000 par. Fuſs angen
men, nur 32260 par. Fuſs übrig bleiben. Diese würden z
durch ein Wurfgeschütz nicht zu erreichen seyn, allein d
Bestimmung des Abstandes, bis wohin der Stein, vom Fuſs
des Berges an, geschleudert wurde, ist zu wenig constatirt

1 Die Sternschnuppen sind Steine aus d. Mondvulcanen. S. XII

glaube mit Sicherheit annehmen zu können, dafs feste
linge der Vulcane in gröfseren Massen nie bis zu ei-
fernung geschleudert wurden, wohin sie durch künst-
urfgeschosse gebracht werden könnten. Den Mond-
, welche Vorstellung wir uns von ihnen machen, und
wir ihre Gewalt über die der tellurischen steigern
fehlt auf jeden Fall gleichfalls die erforderliche Con-
g der Kraft und überhaupt kommt es bei der Ballistik
altung eines weiten Wurfes nicht sowohl auf ein
mit grofser Energie wirkendes Mittel an, da einem
die Trägheit der zu bewegenden Masse allzugrofsen
nd entgegensetzt (weswegen Knallsilber weniger wirkt
efspulver), als vielmehr auf ein anhaltender nachwir-
um die einmal erzeugte Bewegung zu beschleunigen
dem Augenblicke, wenn der geworfene Körper sich
nlassen weiter fliegt, die gröfstmögliche Geschwin-
zu erzeugen, wozu jedoch die Bedingungen in den
der Vulcane fehlen. Sonach ist also die im Minimum
iche Wurfkraft der Vulcane noch keineswegs erwie-
bald es sich um gröfsere feste Massen und nicht um
Sand und Steinchen handelt, die mit Unterstützung des
in Rauch und Dampfwolken allerdings bis zu un-
en Entfernungen fortgeführt werden. Ebensowenig
etrisch erwiesen, dafs ein mit der höchst unwahr-
hen, nach unserer Sachkenntnifs vielmehr unmög-
Anfangsgeschwindigkeit von fast 8000 Fufs aus den
kanen ausgeworfener Körper die Erde erreichen könne;
as in dieser Beziehung von den berühmten Geome-
gesprochen wurde, setzt den Zustand der Ruhe bei-
nmelskörper voraus, welcher aber bekanntlich nicht
det. Die Bahn des geworfenen Körpers wird dann als
rade gedacht, in welcher sich der Körper zwischen dem
und der Erde bewegen würde; allein eine solche ist
ler einmal vorhandenen Bewegung beider Weltkörper ganz
ch. Allerdings ist es unnöthig, die Bewegung beider im
ume zu berücksichtigen; vielmehr genügt es vorerst, die
ndes um die Erde, als eines Trabanten derselben, und
r sich mit ihr gemeinschaftlich im Sonnenraume bewegt,
Betrachtung zu ziehn, wenn es sich um den einfach-
glichen Fall handelt, in welchem ein von ihm aus ge-

Digitized by Google

worfener Körper zur Erde gelangen könnte. Angenom
dafs alle Bedingungen sich vereinigten, um diesen Erfol
die leichteste Weise herbeizuführen, so wäre auch dan
Bahn des Würflings eine gekrümmte, wie G. G. Schm
ganz richtig bemerkt, mit der concaven Seite dem Mond
trum zugekehrte, sie würde aber dann, wenn der Körper
den Bereich der gröfseren Anziehung der Erde gelangte, ei
Wendepunct erhalten und ihre concave Seite der Erde
wenden. Auf jeden Fall müfste der Körper bis an d
Wendepunct geschleudert werden, und sollten die Bedi
gen sich insgesammt dahin vereinigen, dafs er mit der
ringstmöglichen Wurfgeschwindigkeit diesen erreichte, so w
hierzu doch eine weit gröfsere Kraft erfordert, als diejen
die ohnehin als unmöglich erscheinen mufs, wenn wir
zu unbekannten Potenzen unsere Zuflucht nehmen wollen,
ren Annahme allezeit die Unhaltbarkeit und Nichtigkeit
vertheidigten Hypothese andeutet. Mit Recht sagte dah
BERS, dafs von zahllosen ausgeworfenen Steinen nur sehr
nige zur Erde gelangen würden, wodurch die Masse des
des merklich verringert werden müfste, und dann könnte
sich leicht hinzufügen läfst, die namentlich in der Nä
bemerkbare Anziehung des Mondes gegen unsere Erde
nicht gleich bleiben. Um dieses leichter zu übersehn,
man nur berücksichtigen, dafs von allen aus der von uns
gewandten Mondhälfte in einer vom Centrum des Trab
aus verlängerten Linie ausgeworfenen Körpern auch nicht
ner zur Erde gelangen kann, mithin ist schon die ganze Hä
für diesen Zweck verloren, und von der andern Hälfte w
den aus Rücksicht auf die Bewegung des Mondes um die E
und die Bewegung beider Himmelskörper um die Sonne
so wenige zu diesem Ziele gelangen, dafs in Gemäfsheit
Schätzung der vergeblich vom Monde aus geschleuderten
in Folge der Anziehung der Sonne diese umkreisenden M
steine und derer, die wirklich auf der Erde ankommen,
Masse des Trabanten in mefsbarer Zeit merklich verrin
werden müfste. Diese Argumente und die oben angege
nen, durch v. Horr aufgestellten, nöthigen unwiderstehlich
die Hypothese vom lunarischen Ursprunge der Meteorste
aufzugeben.

1 A. o. a. O.

Die vierte und älteste Hypothese hält die Meteor-
r kosmischen Ursprungs, d. h. sie betrachtet sie als
en, die sich im Weltraume befinden. Es kann hier-
e doppelte Ansicht statt finden, indem sie nach der
em Gebiete unseres Sonnensystems, nach der andern
ammten Raume der Fixsterne zugehörig sind, in wel-
nteren Falle anzunehmen wäre, dafs das ganze Son-
m bei seiner Bewegung zuweilen solche Regionen durch-
e, in denen die Erde und demzufolge auch die übri-
eten in ihren Bahnen auf diese kosmischen Substan-
sen. Für beide Ansichten lassen sich Gründe ange-
vielleicht findet Beides statt. Von der einen Seite ist
m des Sonnensystems grofs genug, um nach der Men-
uf die Erde herabfallenden Meteorsteine eine für die
d die übrigen Planeten genügende Anzahl derselben
lten, auch spricht hierfür die Aehnlichkeit dieser Kör-
den Bestandtheilen unserer Erde, da es zu gewagt
könnte, den unendlich entfernten Fixsternen und al-
hrem Raume vorhandenen Substanzen gleiche oder min-
so ähnliche Stoffe beizulegen. Von der andern Seite
enn wirklich Kometen sich in parabolischen oder hy-
chen Bahnen bewegen, deuten diese an, dafs Körper
n unermefslichen Himmelsraume im Bereiche unseres
ystems anlangen. Man hat die Frage, welche von
Meinungen bei der Annahme des kosmischen Ursprun-
Meteorsteine einzig oder am meisten zulässig sey, un-
den gelassen, da es im Ganzen unwesentlich ist, wel-
n huldigt, und keine überwiegenden Gründe für oder
ie eine oder die andere vorhanden sind, jedoch geben
derholt an der nämlichen Stelle im Raume des Son-
ms zum Vorschein gekommenen zahlreichen Stern-
en und die Beschränktheit der Vorstellung, wenn wir
Weltensystemen gleichartige Bestandtheile zuschreiben
, ein schwaches Argument, um mehr für den Ur-
der Meteorsteine im Raume des Sonnensystems zu ent-
n.

it wichtiger dagegen ist ein anderer Untersehied. Man
ämlich entweder annehmen, dafs die Meteorsteine schon
t im Weltraume vorhanden sind und sich in willkür-
Bahnen bewegen, bis sie von der Erde angezogen wer-

Digitized by Google

den, oder dafs sie als dampfartige, kometarische Masse ...
ren, durch deren Vereinigung an der Grenze unserer ...
sphäre die herabfallenden Körper ihre nachherige Gest...
halten. Der Verfolg der Untersuchungen wird zeigen, ...
nur die letztere Vorstellung den zu ihnen gehörigen Er...
nungen genügt. Endlich mufs noch eine dritte Verschi...
heit der Ansichten berücksichtigt werden. Die meisten, ...
nicht alle Anhänger der Hypothese vom kosmischen Ur...
der Meteorsteine hielten den Einwurf von der übergrofsen ...
ge der Sternschnuppen, die oft in kurzer Zeit an dem ...
lichen Orte beobachtet werden, für zu gewichtig, als da...
diese insgesammt mit den grofsen Feuerkugeln für kom...
halten sollten, und sie gaben daher willig zu, dafs die kl...
Sternschnuppen atmosphärische Gebilde seyen; Chladni ...
fast der einzige, welcher alle diese gleichartigen Phäno...
für gleichen Ursprungs hielt, und ich selbst habe gleic...
nie eine andere Ansicht gehegt, weil man sich sonst in ...
noch gröfsere Schwierigkeit verwickelt, nämlich die Au...
die Grenze anzugeben, wo die tellurischen Sternsch...
aufhören und die kosmischen anfangen, ein Problem, w...
in der That ganz unmöglich ist, da eine solche Schei...
factisch nicht existirt, vielmehr diese Art der Feuerm...
von den kleinsten Sternschnuppen an bis zu den gr...
Feuerkugeln in einer ununterbrochenen Reihe zusammen...
gen. Gerade in dieser Beziehung aber hat sich der Stand...
der Sachen neuerdings bedeutend geändert; denn anstatt ...
man früher Bedenken trug, die Meteorsteine für Erzeug...
aus dem Weltenraume zu halten, weil die sie begleiten...
Feuerkugeln in ihrem ganzen Verhalten eine auf Gleichheit ...
Ursprungs führende Aehnlichkeit mit den Sternschnuppen ...
ben, die von den gröfsten bis zu den kleinsten ohne b...
stimmte Grenze herab nicht selten bis zu Hunderten in ...
Nacht gesehn wurden und die man dieser grofsen Zahl ...
verschwindenden Kleinheit wegen nicht füglich glaubte ...
den unermefslichen Himmelsräumen ableiten zu dürfen, h...
vielmehr die neuesten Beobachtungen ungewöhnlich zahl...
cher Sternschnuppen von der ungleichsten Gröfse, wobei ...
einem einzelnen grofsartigen Phänomene die ganze Summe ...
ler früheren Erscheinungen vereint schien, zu der Ueberz...
gung geführt, dafs gerade diese kosmischen Ursprungs ...

und daher in Beziehung auf die Meteorsteinmassen
ohl ein fernerer Zweifel obwalten kann.

Als Urheber der Hypothese vom kosmischen Ur-
der Meteorsteine mit Einschluſs der gediegenen Ei-
n ist Chladni zu betrachten, welcher sie in seiner
chrift über diesen Gegenstand aufstellte und aller Ein-
geachtet standhaft vertheidigte[1]. Dieser scharfsinnige
war zugleich der erste, welcher für die Untersuchung
zu gehörigen Phänomene ein ganz neues Feld eröff-
eine strenge wissenschaftliche Behandlung des Ge-
s herbeiführte. Alle frühere Meinungen waren ent-
chst unbestimmt oder erweislich falsch. Die älte-
iker bis auf Musschenbroek und Silberschlag[2]
iese sämmtlichen Lichterscheinungen für Entzündun-
r Dünste oder für phosphorescirende Auswürfe von
ln und wollten sonderbarer Weise nach Theophra-
ıacelsus[3] und Fludd[4] die auf Wiesen gefundenen
en Massen damit in Verbindung bringen, welche man
rctionen aus den höhern Regionen der Atmosphäre
te[5], ein Vorurtheil, welches sich bis auf die neuesten
rab erhalten hat. Die Hypothese von Herbert[6],
nd Volta[7], welcher auch Lampadius[8] und einige
ch näherten, wonach sie entzündetes Wasserstoffgas
n, konnte nicht wohl allgemeinern Beifall finden.
en, unter denen vorzüglich Beccaria[9] und Vas-
u nennen sind, hielten die Sternschnuppen und Feuer-

er den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer
en Eisenmassen. Leipz. 1794. 8. Dann in mehreren Ab-
in Gilbert's Annalen, z. B. XIII. 350; XV. 319; XIX. 257;
; in Schweigger's Journ. Th. XI. S. 418. und ausführlich
hrift über Feuermeteore u. s. w. Wien 1819.
orie der am 23sten Juli 1762 erschienenen Feuerkugel.

er Meteor. cap. 10.
hales Mundus mathem. Cap. IV.
schenbroek Introduct. §. 2505.
aëre fluidisque ad aëris genus pert. Viennae 1779.
ife über die Sumpfluft. Aus d. Ital. 1778.
iosphärologie. S. 105.
tere dell' Elettricismo. 1758. 4.
tere fisico-meteorologiche de' celeberrimi fisici cet. Tori-

Digitized by Google

kugeln für elektrische Meteore, welcher Ansicht auch H
MANN[1] beitrat, und die Physiker reihten daher all
diese Phänomene den elektrischen an, obgleich sie m
abweichende Erscheinungen nicht wohl zu erklären w
CHLADNI erzählt selbst, dafs er durch LICHTENBERG im
1792 auf die Idee vom kosmischen Ursprunge der Mete
geleitet worden sey, indem dieser geistreiche Physiker b
Unterhaltung hierüber äufserte, er habe zwar die Phänom
elektrischen angereiht, weil ihm dieses der schicklich
geschienen, allein manche dieser Meteore dürften doch
über die Grenzen der Atmosphäre hinausreichen. D
nicht ohne Interesse, zu bemerken, dafs, während die P
bei diesen seltsamen Erscheinungen zur Elektricität al
zigem Hülfsmittel ihre Zuflucht nahmen, die Astronome
frühe wenigstens einige der gröfseren Feuerkugeln für k
erklärten. So hielt WALLIS[2] ein solches am 20. Sep
in England gesehenes Meteor für einen kleinen K
HARTSOEKER[3] hegte diese Ansicht in Beziehung auf a
fseren Feuerkugeln, PRINGLE[4] hielt sie für Körper,
ständig im Kreise herumlaufen, und HALLEY[5] am ang
sensten für Materie, welche im Weltraume zerstreut
irgendwo in die Anziehungssphäre der Erde komme.
waren v. ZACH und OLBERS die ersten, welche CH
Hypothese über die Meteorsteine, die er scherzweise
späne nannte, nicht verwerflich fanden[6]. Später
v. ZACH[7] die Feuerkugeln für kleine Erdkometen, F
für Satelliten, die unsere Erde umkreisen, eine nah
Meinung, weil diese, ebenso wie der Mond, nicht her
würden. OLBERS[9] huldigte schon sehr frühe der M
vom Ursprunge der Meteorsteine aus Massen im We

---

1 Von der Verwandtschaft der elektrischen Kraft mit
schrecklichen Lufterscheinungen. Hann. 1759. 8.

2 Philos. Trans. N. 135.

3 Conjectures physiques. A la Haye 1707—1710.

4 Philos. Trans. T. L. p. 63.

5 Ebend. N. 431.

6 CHLADNI über Feuer-Meteore. S. 9.

7 Correspond. astronom. 1822. N. V.

8 Nicholson's Journ. of Nat. Phil. T. XXXIV. p. 298.

9 G. XIX. 370.

Higgins[1], jedoch stellt dieser die seltsame Hypothese
e Elektricität treibe bei ihrer Ankunft an der Grenze
iosphäre die Wärme aus und diese bewirke dann ihr
n. Nach den neuesten Erfahrungen über die Stern-
en wird die Hypothese vom kosmischen Ursprunge der
assen unfehlbar allgemeine Anerkennung finden und
[2] hat sich bereits entschieden dafür erklärt.

Die Argumente, worauf Chladni seine Hypothese
sind zuerst die grofse Höhe, worin die Feuerkugeln
n. Allerdings hat Egen (§. 14.) diese Thatsache be-
allein bei Sternschnuppen läfst sie sich einmal nicht
e stellen, bei der von ihm gewählten Feuerkugel zu
kommen schon 7,2 franz. Meilen heraus, und es läfst
i nicht wohl annehmen, dafs diese unter allen ge-
niedrigste oder die höchste gewesen seyn sollte, viel-
rd die von Charsonville durch Dutrochet nur zu
. oder 6,44 franz. (3,86 geogr.) und die von Weston
wditch zu 15360 T. oder 6,72 franz. (4,03 geogr.)
ngegeben[3], allein andere waren gewifs höher, und
wir auch nur 8 Meilen als das Maximum an, so wür-
ende von Kubikmeilen solcher Luft, die von hier an
stets dünner wird, dazu erforderlich seyn, um einen
10 bis 20 ℔. zu bilden, wobei die zu vereinigen-
rsten Bestandtheile noch obendrein entweder eine so
schwindigkeit haben oder so lange Zeit erfordern
dafs das Zusammentreffen aller dieser Bedingungen
über die Grenze des Vorstellbaren entfernt. Einen
eweisgrund findet Chladni in der parabolischen, an-
horizontalen Bewegung der Feuerkugeln, woraus
e, dafs ihre Bahn durch die anfängliche Bewegung
elsraume und die auf sie einwirkende Anziehung der
ingt werde. Auch die Bogensprünge und rückge-
wegung mancher Feuerkugeln sieht er als einen Be-
dafs sie in einem sehr ausgedehnten Zustande von
r gegen die Atmosphäre geschleudert und von dieser
rückgeworfen werden. Als ein Hauptargument be-
viertens die unglaubliche Geschwindigkeit, womit

[1] Tilloch's Philos. Mag. in G. LX. 236.
[2] gendorff Ann. XXXVI. 177.
[3] rn. de Phys. T. XC. p. 227.

Digitized by Google

sich die Feuerkugeln bewegen, ehe sie durch den Wid
der Luft verzögert werden. Unsere Erde bewegt sich i
tel mit etwa 4,15 geographischen Meilen in 1 Sec., d
schwindigkeit der Sternschnuppen will man noch gr
Mittel etwa 5 geogr. Meilen gefunden haben (Brandes[1]
zwischen 4 und 8 Meilen), und wenn auch rücksich
gröfseren Feuerkugeln in dieser Beziehung noch einige
wifsheit der Messungen obwaltet, so ist ihre Geschw
doch auf jeden Fall eine planetarische und giebt ein
widerleglichen Beweis für ihren kosmischen Ursprung.

Chladni meint dann ferner, die Meteorsteine
Gebilde aus Urmaterie seyn, deren Anwesenheit im W
me er durch viele Gründe zu beweisen sucht. Dies
gehe ich hier, weil nicht leicht jemand diese Thats
zweifeln wird, da es an sich schon seltsam seyn und
allgemeinen üppigen Fülle der Natur sowohl als auch i
fortdauernden schaffenden Production im Widerspru
würde, jene unermefslichen Räume als leer zu denk
dings aber die Anwesenheit vieler kosmischen Masse
nigen Gegend, durch welche unsere Erde sich um
bis 14. Nov. bewegt, aus den vielen um jene Zeit
beobachteten zahlreichen Sternschnuppen fast zur G
geworden ist. Dieser Ansicht giebt er den Vorzug,
aber, dafs auch eine andere vertheidigt werden kön
nach die Meteorsteine Bruchstücke eines zersprengte
körpers wären. Die Astronomie liefert allerdings meh
spiele, dafs Sterne mit hellem Glanze leuchteten, und
verschwanden, und im Allgemeinen hat sogar der Ge
nere Wahrscheinlichkeit, dafs die Schöpfung des W
dem gegenwärtigen Bestande nicht abgeschlossen ist,
dafs noch fortwährend im Himmelsraume, wie auf
Planeten, Zerstörung des Bestehenden mit Erzeu
Neuen verbunden ist. Zugleich bezieht sich Chlad
durch Lagrange[2] bewiesene Möglichkeit des Vorh
von Kräften, wodurch ein Planet so zersprengt werd
dafs seine Theile in abgesonderten Bahnen um die S
fen, und auf die hieran sich schliefsende Idee von

1 S. Art. *Sternschnuppe.*
2 Mon. Corr. Th. XXV. S. 558.
3 Ebend. Th. VI. S. 83. u. 318.

Digitized by Google

e vier neuen Planeten wohl Bruchstücke eines früher enen gröfsern seyn möchten. Hiernach könnten also ie Meteorsteine Bruchstücke eines zersprengten Plane-n; jedoch giebt er der obigen Hypothese deswegen den , weil sie sonst zersprengten Felsstücken mehr glei-üfsten, wofür auch Sömmerring[1] entschieden habe[2].

) Die wesentliche Grundlage der Theorie vom kosmi-Ursprunge der Meteormassen, nämlich die Anwesenheit naterie im Weltraume, dürfte wohl am wenigsten Wi-h finden, wie auch v. Hoff[3] meint, welcher sich f die Autorität des hierin höchst competenten Her-bezieht und meint, dafs die begleitenden Erschei-das Leuchten, die Explosion, die ungeheure Aus-der feurigen Masse im Vergleiche mit dem geringen

---

hweigger's N. Journ. Th. XIX. S. 473.

i Gebiete der Hypothesen kann man sich frei bewegen, und t leicht anmafsend, den bestehenden andere entgegenzuse-ischen gestehe ich, dafs mir, aus dem physikalischen Stand-trachtet, die Idee von einer Zerstückelung eines vorhande-ten in vier Theile nie recht einleuchten wollte; denn es h zwar leicht Kräfte bis zu unglaublicher Stärke gesteigert , allein dafs eine zu einer solchen Zerstückelung eines rforderliche in diesem lange Zeit ruhen und dann plötzlich den sollte, ist schwer vorstellbar. Zudem würde man den Planeten, von dem sich vermuthlich mehrere Bruchstücke ume verloren haben müfsten, vorher gesehn haben oder die selben wären nicht so lange unbemerkt geblieben und dann ch einander sämmtlich entdeckt. Weit natürlicher und der er Meteorsteine angemessener scheint mir, dafs auch diese ten aus Urmasse entstanden sind, was mit ihrer verschiede-chen Beschaffenheit und den kometenartigen hohen Atmosphä-eres und Pallas vollkommen übereinstimmt. Ohnehin hat hese einen nicht geringen Grad von Wahrscheinlichkeit, kern unserer Erde der Hauptsache nach aus solchen noch irten Bestandtheilen bestehe, als wir sie in den Meteorsteinen mentlich kommt der Olivin in den Laven, den Basalten und rmassen vor), und so zeigten uns also die neuen Planeten nicht veränderter Kruste ein Bild unseres Planeten in seinem Zustande, welcher in seinem Innern noch die Glühhitze be-e wir an jenen Gebilden wahrnehmen, ehe die Erde sie ih-ht.

ggendorff Ann. XXXVI. 178.
LXXV. 250.

Digitized by Google

herabgefallenen Producte, das krystallinische Gefüge der
tern, die begleitenden Wölkchen und Lichtstreifen u. s.
weit mehr auf die Bildung eines neuen Körpers, als auf
Herabfallen eines schon gebildeten deuten, wenn man
liche Entwickelung von Wärme und Licht in Folge
scher Compositionen und Decompositionen als bekannt
aussetzt. Hiernach wären also die Hitze und das hier
erzeugte Leuchten eine Folge des Chemismus, was allen
nicht als unmöglich verworfen werden kann (da auch
Verbindungen, als des Schwefels mit Platin und mit
von einer Licht- und Wärme-Entbindung, einer Explo
begleitet zu seyn pflegen), jedoch nicht wahrscheinlich ist,
es unbegreiflich seyn würde, warum diese Explosion
schon früher erfolgt sey. Nach Chladni[1] ist die Erhi
eine Folge der Luftcompression, die ungeachtet der hö
dünnen Atmosphäre wegen der unermefslichen Geschwin
keit der Meteormassen statt finden könne und wobei auch
Elektricität von einigem Einflufs seyn möge. Dafs die
bung nicht als Ursache der Wärme-Entbindung gelten k
da heftig geschwungene Kugeln und selbst abgeschossene
erhitzt würden, hat Parrot[2] genügend gezeigt, welche
daher von der Einwirkung des Wasserdunstes auf die Sa
felmetalle ableitet. Chladni, im Umgange so liebenswü
war für die Hypothese, dafs die Hitze eine Folge der L
compression sey, wofür er obendrein die Autorität des
fsen Laplace anführte, so eingenommen, dafs er mich
Jahre 1818 bat, ihn mit Einwürfen dagegen zu versch
Bei der hohen Wahrheitsliebe des trefflichen Gelehrten
ich jedoch keinen Anstand, meine Zweifel gegen diese
pothese, die auch bei andern, z. B. Gilbert[3], Beifall
zu veröffentlichen[4], die in gröfster Stärke zusammeng
darauf zurückkommen, dafs bei der grofsen Höhe, w
Feuerkugeln leuchtend gesehn wurden, eine Entbindung
Wärme bis zur Glühhitze in Regionen durch Compressio

---

1 Ueber Feuermeteore. S. 34.

2 Handbuch d. theor. Physik. Th. III. S. 188. Vergl. Ann
G. XIX. 244.

3 Dessen Ann. XVIII. 293.

4 Schweigger's Journ. Th. XXV. S. 13.

att finden müsse, wo es keine Luft mehr gebe, und in
at wurde Chladni hierdurch bewogen zu gestehn,
ohl einige Feuerkugeln schon glühend in der Atmo-
ankommen möchten. In der That scheint mir die Hitze
s Leuchten die geringste Schwierigkeit darzubieten.
wir den mindestens sehr wahrscheinlichen Satz als er-
betrachten, dafs die Wärme im absolut leeren[1] Raume
per, an welche sie gebunden ist, nicht verlassen könne,
e neben ihrer Repulsivkraft auch der Anziehung gegen
bele Massen folgt, so läfst sich Newton's Meinung,
Sonne ein glühender Körper sey, keineswegs als un-
betrachten. Bestände auch sie aus solcher Urmaterie,
sie in den Meteorsteinen finden, und hätte diese ei-
chen Grad der Hitze, um hiervon das geringe specifi-
ewicht der Sonne abzuleiten, so liefse sich aus diesem
Glühen füglich die starke Lichtentbindung erklären,
bei allen glühenden Körpern in geringerem Grade
ls wahrnehmen. Abgesehn hiervon zeigen sich die
, die sich schon wegen ihres Schweifes den Feuer-
so nahe anschliefsen, gleichfalls als sehr lockere, im
Grade durch Glühhitze ausgedehnte Körper. Bei der
heit der Natur in allen ihren Operationen dürfen wir
alle Anhäufungen kosmischer Materien im Weltraume
dieser Gestalt denken, Feuerkugeln und Sternschnuppen
dann höchst ausgedehnt, in Gestalt blofser Lichtstreifen,
en Fall als eine dünne, glühende und leuchtende Masse,
serer Atmosphäre ankommen. Die grofse Zahl der Stern-
ppen kann, wie v. Hoff richtig bemerkt, nicht als Ge-
ument gelten, denn viel und wenig sind nur relative
e und der Weltraum ist auf jeden Fall unermefslich
gegen die Zahl dieser Meteore, die auf der Erde an-
en, da noch obendrein die Massen bei den Sternschnup-
nd kleinern Feuerkugeln so gering sind, dafs sie in
gestalt wieder zu verschwinden scheinen. Findet die
e dieser Meteore in der Atmosphäre andere ponderable
, welcher sie sich mittheilen kann, so verläfst sie jene,
undlage derselben sintert in Folge ihrer Anziehung bei

---

[1] Die Anwesenheit des Lichtäthers hebt die absolute Leere in
Sinne nicht auf.

Digitized by Google

abnehmender Repulsion in Folge des Verlustes von Wärme zu
men und bildet die Meteorsteine. Diese entweichende W
ist bei einigen Feuerkugeln wirklich empfunden worden,
gen der leichten Beweglichkeit der Bestandtheile beim Sch
ben im freien Raume entsteht ein krystallinisches Gefüge,
vollständige Oxydation ist aber wegen Mangels an hinl
chem Sauerstoff nicht möglich und blofs die Oberfläche
leidet eine Schmelzung und geringe Oxydation, deren P
die Rinde ist, die ich lieber auf diese Weise, als mit
Schreibers durch einen ohne genügenden Grund zu
gerufenen elektrischen Schlag, entstehend annehmen m
Auch Davy[1] hegt die Ansicht, dafs die Erden der Me
steine in metallischer Gestalt ankommen und erst im B
che der Atmosphäre die erforderliche Veränderung erl
Das Zerspringen der Meteorsteine in mehrere Stücke zu
klären hat nicht die mindeste Schwierigkeit, da die me
Körper, selbst Metalle, beim schnellen Uebergange au
gröfsten Glühhitze dieses zeigen.

25) Es ist in der That überflüssig, alle Einzelheit
ganzen Phänomens dieser Hypothese speciell anzupassen,
sie sich ohne Schwierigkeit aus derselben erklären lassen,
noch unbekannte physische oder chemische Kräfte zu
zu nehmen; blofs die ausnehmend starken Explosionen,
dem Herabfallen der Meteorsteine vorauszugehn pflegen, b
einige Schwierigkeiten dar, unter denen die bedeutendste
doch wahrscheinlich auf falschen Voraussetzungen beruht.
men die kosmischen Massen wirklich in einem Zustand
aufserordentlicher Ausdehnung im Bereiche der Atmosphär
dafs sie durch plötzlichen Verlust der Wärme zu einem
lumen von 0,25 bis etwa 2 Kubikfufs zusammensintern,
mufs durch das Zusammenschlagen der Luft in den ent
denen leeren Raum nothwendig eine Explosion von derje
Intensität bewirkt werden, wie dieselbe durch Erfahrung
geben ist. Dieses Phänomen im Allgemeinen ist zwar
gen unserer unvollkommenen Kenntnifs des Wesens der W
me noch nicht deutlich erklärt, es ist jedoch kein anderes
dasjenige, was wir bei allen andern Explosionen gleichf
wahrnehmen. Beim Verbrennen von Knallgas wird auf gle

1 G. XXXIII. 266.

ie glühender Wasserdampf gebildet, und wenn dieser sich
er geringen Masse Wassers vereinigt, entsteht eine ver-
ältnifsmäfsig gleich starke und wohl noch stärkere Explosion
h plötzliche Entweichung oder Bindung der Wärme, die
Zustand der Glühhitze herbeiführte[1], ein Procefs, welcher
llgemein bekannt zwar nicht mehr auffällt, aber dennoch
weniger dunkel ist, als der heftige Knall bei der Bil-
der Meteormassen aus kosmischem, kometenartigem Nebel,
er bei stärkerer Glühhitze blofs leuchtet, bei geringerer
ein wolkenähnliches Ansehn erhält. Ungleich schwieri-
ber hat man die Erklärung dieses Phänomens in der Be-
ng gefunden, dafs ein so starker Schall in einer so dün-
Luft, wie sie sich in jenen Höhen befinde, wo die Feuer-
n zerplatzen, gar nicht entstehn könne. Wie bereits ge-
scheint mir diese Schwierigkeit blofs künstlich herbei-
rt, in der Wirklichkeit aber gar nicht vorhanden zu seyn;
die Feuerkugeln werden allerdings in Höhen gesehn, wo
uft zur Erzeugung eines so starken Knalles zu dünn ist,
dort haben sie dann noch ihre exorbitante Gröfse, die
inderung ihres Volumens und die hiermit verbundene Ex-
n erfolgt aber in weit tieferen Regionen. Um dieses zu
gen, fehlen allerdings die Thatsachen, inzwischen kann
doch mindestens einen Fall hierzu benutzen. Bei dem
rgen zu Nantgomery in Maryland vergingen 15 Secun-
zwischen dem Knalle und dem Herabfallen der Steine[2],
s sich mindestens annähernd die Höhe des Zerplatzens
nen läfst. Nehmen wir die Fallgeschwindigkeit zu 15
Fufs, die Fortpflanzung des Schalles in der wärmeren
zu 1050 par. Fufs in einer Secunde an und heifst x die
der Secunden, welche der Stein zum Fallen gebrauchte
Widerstand der Luft, welcher das Resultat nur vermin-
würde, nicht beachtet), so ist

$$15x^2 - (15 - x)\,1050 = 15,$$

s die Fallzeit = 12,7 Secunden folgt, die eine Fallhöhe
= 2420 Fufs giebt. Hiernach könnte das Zerplatzen an-
Feuerkugeln immerhin in einer 10mal gröfseren Höhe
gen und dennoch würde die Luft noch hinlängliche

---

[1] Vergl. *Wärme*.

[2] Dublin Philos. Journal. N. H. p. 469.

Digitized by Google

Dichtigkeit zur Erzeugung des Schalles besitzen, da
drein der Fall in einer lothrechten Richtung angenomm
was zuverlässig in der Wirklichkeit selten oder nie
findet.

M.

Mikrogasometer.

Ein Werkzeug, welches G. G. Schmidt[1] angegeb
um die Volumina und Gewichte kleiner Mengen von
welche sich nicht mit dem Wasser mischen, ebenso
zu finden, als das spec. Gewicht tropfbarer Flüssigkeiten.
Fig. 278. selbe besteht aus dem bei A zugeschmolzenen Glascylin
von etwa 0,5 Z. Weite und 3 Z. Höhe. Auf diesen
vermittelst der Hülse D D die Kugel C von sehr dünnem
singblech befestigt, welche oben den feinen, bei E mi
einem Zeichen bezeichneten Draht als Stütze der
Schale E trägt. Unten um die Röhre wird der metal
HH gelegt und dieser so abgeglichen, dafs der m
ser gefüllte Glascylinder in Wasser von 15° R. (od
sonstigen Normaltemperatur) eingesenkt, den Appar
bis an das Zeichen bei E herabzieht. Die Kugel m
doppelten Inhalt des Cylinders, haben, wonach sich ihr
messer leicht finden läfst. Soll dieses z. B. in Th
par. Fufses geschehn, so schleift man den zugeschm
Cylinder unten eben, tarirt ihn auf einer Waage und
ihn mit Wasser von der bestimmten Normaltemperatur
Das erhaltene Gewicht wird durch 325,6 Gr. Cöln. =
Gr. Medicinalgewicht (als dem Gewichte eines Kub.-Z.
ser bei 15° R.) dividirt und giebt den Kubik-Inhalt d
linders. Indem aber $2\,I = \frac{1}{6} d^3 \pi$ ist, wenn 2 I den
ten Inhalt des Cylinders und d den Durchmesser der
bezeichnet, so erhält man $d = \sqrt[3]{\frac{12\,I}{\pi}}$. Hiernach w
durch die genannte Division gefundene Inhaltsraum
multiplicirt, durch 3,14.... dividirt und aus dem erh
Quotienten die Kubikwurzel gezogen, um den Durch

1 Schweigg. Journ. N. F. XIV. 129.

Digitized by Google

gel zu erhalten. Auch das Gewicht des metallenen läfst sich in voraus genähert finden, wenn man vom en Gewichte des im Cylinder enthaltenen Wassers das t des leeren Glascylinders abzieht, wodurch man das- war etwas zu grofs erhält, allein dann läfst sich das ent nachher desto besser im Wasser von der bestimm- rmaltemperatur genau abgleichen, welches mit der er- chen Sorgfalt geschehn mufs.

ſst man die abzuwägende Gasmenge in den Cylinder, sich der Apparat und das in die Schale E gelegte Ge- durch welches der Apparat wieder bis G einsinkt, das Gewicht des verdrängten Wassers weniger dem e der Gasart aus. Wird letzteres einstweilen ver- igt und heifst das hineingelegte Gewicht p, so darf tteres nur durch das oben angegebene Gewicht eines lles Wasser dividiren, um das Volumen des Gases nä- weise zu finden. Wählt man zur Gewicht-Einheit Gr. Cöln. als das Gewicht von 0,001 Kub.-Zoll Was- ilt und vervielfacht diese Gewichte nach 10, so geben elnen Gewichte Zehntel, Hundertstel und Tausendstel ubikzolles unmittelbar. Letztere Gewichte lassen sich m aus Draht verfertigen, wovon man ein Ende ab- t, dessen Gewicht genau bestimmt und dann geome- eilt. Will man auch das vernachlässigte Gewicht des it in Rechnung bringen, so darf nur der gefundene n einen solchen aliquoten Theil vermehrt werden, als . Gew. der gemessenen Gasart beträgt, oder nach der Gewicht, *specifisches*, enthaltenen Bezeichnung ist das Volumen $V' = V(1 + \alpha\gamma)$. Ist endlich die Was- von E herabwärts bekannt, wodurch das eingeschlos- comprimirt wird, so können auf der Glasröhre durch en 2, 3, 4 die correspondirenden 2, 3, 4.. Lin. berhöhe angedeutet werden, wodurch das Gas com- wird. Auf welche Weise das gefundene Volumen auf timmte Normaltemperatur und einen Normalbarometer- rrigirt werden müsse, ist bekannt und im Art. *Gewicht, Gasarten*, ausführlich gezeigt. Mit diesem Apparate uch das spec. Gewicht der Gasarten gefunden wer- enn man gleiche Volumina atmosphärischer Luft und

Digitized by Google

Gasarten abwöge, allein für genaue Bestimmungen sind Volumina zu klein.

M.

Mikrometer.

So heifst jedes Instrument, mit welchem man Gegenstände sehr kleinen Dimensionen messen kann. Da man aber sehr ringe Dimensionen oder auch den Rand gröfserer Gegen nicht mehr mit unbewaffneten Augen scharf genug sehn kann sind alle bessere Mikrometer entweder mit Fernröhren, w die Gegenstände weit entfernt sind, oder mit Mikrosk wenn sie sehr nahe stehn, versehn.

Den beiden letztgenannten Instrumenten verdanken vorzüglich die grofsen Fortschritte, welche die Beobachtu kunst in den neueren Zeiten gemacht hat. Unsere Vorf vermochten nichts anderes zu messen, als was sie mit un waffneten Augen sehn konnten, und dieses ist sehr wen gen das, was uns das Fernrohr und das Mikroskop zeigt hat schon öfter die Entdeckung dieser beiden Instrume vielleicht die glänzendste unter allen, die je der mensch Geist gemacht hat, da sie ihm zwei Welten diefs- und seit des ihm angewiesenen kleinen Raumes geöffnet hat— hat diese Entdeckung schon öfter als einen Beweis der G macht desselben Geistes angeführt, da er sie nicht s Scharfsinne, sondern blofs dem blinden Zufalle verdankt, denn, nach einer der vielen Erzählungen, die man uns über gegeben hat, die planlosen Spiele der Kinder eines lenmachers zuerst auf diese den Menschen so lange ver genen Geheimnisse geführt haben sollen. Auch dürfte welche hohe Idee von der geistigen Kraft des Menschen auch hegen mag, wohl für immer unmöglich seyn, blofs dem Wege der theoretischen Speculation Entdeckungen cher Art zu machen. *Si quis tanta industria exstitisset,* Huygens in seiner Dioptrik, *ut ex naturae et geo principiis Telescopium eruere potuisset, eum ego supra talium sortem ingenio valuisse dicendum crederem. Sed tam longe abest, ut hujus fortuito reperti artificii rati non adhuc satis explicare potuerint viri doctissimi.*

heint es doch, als ob der Himmel dieses sein köstlich-
eschenk, das er den Menschen verliehen hat, densel-
eder mifsgönnt hätte. Denn nicht nur diese Entde-
selbst wurde so ungemein spät und blofs durch Zufall
t, sondern auch der eigentliche Gebrauch des bereits
ten Instruments blieb uns viel länger verborgen, als
on dem Eifer, mit welchem man diesen Gegenstand
anfangs von allen Seiten verfolgte, hätte erwarten sol-
as Fernrohr wurde um das Jahr 1590 entdeckt und erst
Jahre später, im J. 1640, lernte man es gehörig ge-
n und zu eigentlichen Messungen anwenden; ja man
iese zweite Epoche mit Recht noch volle 30 Jahre spä-
en d. J. 1670 setzen, da jene erst unbekannt und blofs
n Urheber beschränkt blieb.

n hatte sich nämlich, nach der Entdeckung des Fern-
nd ebenso des Mikroskops, lange Zeit begnügt, diese
Werkzeuge blofs zum Sehen zu gebrauchen, und man
wie viel Neues und Unerwartetes Galilei, gleich in
ten Jahren nach jener Epoche, mit diesen Instrumen-
Himmel gesehn hat. Es war im J. 1610, als er die
und Thäler des Mondes, die Satelliten Jupiters, die
flecken, die Lichtphasen der Venus und eine grofse
früher ganz unbekannter Fixsterne mit seinem übri-
ch sehr unvollkommenen Fernrohre entdeckte. Allein
r, noch sein scharfsinniger Zeitgenosse Kepler, noch
iner der ausgezeichneten Männer jenes Jahrhunderts
die Idee, mit demselben Instrumente, mit welchem
viel besser sehn konnte, als bisher, nun auch eben-
enauer zu messen, und doch war dieses eigentlich der
Vortheil, den man für die Wissenschaft von jener Ent-
ziehn konnte.

r erste, der diese Idee hatte, scheint Morin gewesen
, welcher in seiner *Scientia longitudinum*, die im J.
rauskam, sagte: *Applicatio tubi optici ad alhidadam
lis fixis prompte et accurate mensurandis a me ex-
est.* Dieser sonderbare, aber sehr talentvolle Mann
h der erste, der es im J. 1635 unternahm, die Ge-
en ganzen Tag durch mit seinem Fernrohre zu verfolgen,
schäftigung, die ihm, wie er sagte, ein ganz beson-
ergnügen gewährte. Jedoch kann diese blofse Anbrin-

Digitized by Google

gung des Fernrohrs an Quadranten und andern Mefsin
menten noch nicht als das, was man eigentlich bedurfte,
gesehn werden. Zwar war das bisherige blofse Sehen,
man das Instrument allein gebraucht hatte, durch M
Verfahren auch in ein Messen mittelst des Fernrohrs a
Quadranten verwandelt worden, aber ein genaues Mess
B. der Höhe eines Gestirns, war noch immer so gut a
möglich, da man mit einem blofsen Fernrohre die Geg
de, welche man messen wollte, nicht genau pointiren k
Man mufste sich begnügen, das zu messende Object,
nach dem Augenmafse, in die Mitte des Feldes des Fer
zu bringen, wobei offenbar alle Präcision ausgeschlossen
Huygens beschreibt in seinem *Systema Saturnium*, das
zu Haag herauskam, eine von ihm erfundene Vorrichtung
Durchmesser der Planeten und überhaupt kleine Distanz
Himmel zu messen, wozu er sich eines Messingblattes
diente, das die Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks hatte,
sen Winkel an dem Scheitel sehr klein war und das er
Einschnitte in das Fernrohr so tief einschob, bis der D
messer des Planeten von der Breite des Messingblattes
bedeckt wurde. Der Marchese Malvasia beschreibt in
nen astronomischen Ephemeriden (Modena 1662) ein
von feinem Draht, das er in dem Brennpunct des Fern
aufstellte und bei welchem er die Distanz der Fäden
die Zeit bestimmte, die ein Fixstern im Aequator gebr
um von einem Faden zum andern zu kommen. Die b
Pariser Astronomen Auzout und Picard beschrieben in
nem Briefe an Oldenburg, vom Jahr 1666, ein Mikro
aus zwei seidenen Fäden bestehend, von welchen der
fest und der andere bewegliche in einen Rahmen ge
war, den man mittelst einer Schraube auf- und absch
konnte[1]. Unter Hevel's Nachlafs fand Hecker[2] in D
ein Mikrometer aus parallelen Fäden, deren Abstand man
eine Schraube messen konnte. Römer's Mikrometer, eb
mit parallelen Fäden, beschreibt Horrebow[3] aus einem

1 Histoire céleste. 1745. p. 2. u. 11. Mém. de l'Acad. de
1717. p. 72. 1787.

2 Acta Eruditorum. Lips. 1708. Mart.

3 Basis astronomica. Cap. 13.

l. 1676 verfertigten Aufsatze Römer's, in welchem Letz-
erzählt, dafs er dieses Mikrometer zugleich mit Picard
er Pariser Sternwarte gebraucht habe. Da aber La Hire[1]
Picard und Auzout als Erfinder dieses Mikrome-
nennt, so glaubt Horrebow, dafs La Hire den Namen
's absichtlich verschwiegen habe. Auch Gotfried
n erfand im J. 1679 ein sehr einfaches Schraubenmi-
ter, das er zuerst in seinem 1696 herausgegebenen Ka-
n beschreibt. Dieses Mikrometer kam besonders in Deutsch-
in Gebrauch, da es mit so geringen Kosten verfertigt
n kann. Euler[2] zieht es allen andern vor.

Allein alles bisher Erzählte bezieht sich auf spätere Ver-
e, und es blieb lange ungewifs, wer zuerst die Idee ge-
hat, Fäden in dem Brennpuncte eines Fernrohrs zur ge-
n Messung aufzustellen. Erst in unsern Tagen hat end-
Derham[3] gezeigt, dafs der talentvolle und unglückliche
oigne, ein Engländer, der in seinem 33sten Jahre in der
cht von Marston-Moore starb, zuerst die Entdeckung,
welcher hier die Rede ist, gemacht habe, indem er schon
1640 nicht nur das Fernrohr an seinen Quadranten an-
e, sondern auch *in dem Brennpuncte des Fernrohrs*
Fäden befestigte, durch welche er die Gegenstände,
e er beobachtete, in Beziehung auf ihre Gröfse und
eigentlich *messen* konnte. Er ging sogar schon so weit,
innere seines Fernrohrs durch Lampen künstlich zu be-
ten, um jene Fäden auch bei der Nacht sehn zu können.
ham kam in den Besitz der Manuscripte Gascoigne's, in
hen dieser seinen beiden astronomischen Freunden, Crab-
und Horrockes, diese Erfindung klar und deutlich mit-
le, welche Letztere auch sogleich die grofse Wichtigkeit
ihen anerkannten. In der That mufs man auch von die-
Epoche an die eigentliche Reform der beobachtenden Astro-
ie zählen, da von nun an einzelne Secunden beobachtet
gemessen werden konnten, während die Fehler der frü-
n Astronomen, selbst wenn sie mit einem Fernrohre ver-
waren, auf mehrere Minuten zu gehn pflegten.

---

1 Mém. de Paris. 1717.
2 Mém. de l'Acad. de Prusse. 1748. p. 121.
3 Philos. Trans. T. XXV. u. T. XXX. p. 603.

Digitized by Google

Mit jedem Fernrohre übersieht man nämlich, wenn
irgend einer Lage festgestellt wird, einen bestimmten,
wöhnlich kreisförmigen Raum, den man das *Feld* des
rohrs zu nennen pflegt. Je gröfser dieses Feld bei der
Vergröfserung der Gegenstände ist, desto besser ist im
gemeinen das Fernrohr. Ein Fernrohr ist nämlich desto
züglicher, erstens je mehr vergröfsert es die Gegenstände
je heller sie zweitens erscheinen, und je mehr man
damit auf einmal übersehn kann. Dieses letztere bestimmt
Feld des Fernrohrs. Allein es geht leider aus der innern
richtung eines jeden solchen Instruments hervor, dafs das
desselben zunehmend kleiner wird, je mehr die Vergrö
wächst, so dafs also dieses Feld bestimmte Grenzen hat,
es nicht überschreiten kann, und die immer enger werden,
stärker die Vergröfserung ist. Geht man über diese G
hinaus, so erscheinen alle Gegenstände an ihrem Rande
und undeutlich und man verliert viel mehr an der K
mit welcher man dann die Gegenstände sieht, als man
scheinbaren Vergröfserung derselben gewonnen hat.
dieses Hindernifs nicht statt hätte, so könnte man bei
Fernrohre das Feld so grofs machen und die Vergröfser
weit treiben, als man nur immer will, und wiewohl oft
sikalische Marktschreier mit ihren Lampenmikroskopen
Floh in der Gröfse eines Elephanten darstellen, zur nich
ringen Verwunderung der unwissenden Zuschauer ihrer K
stücke, so könnte man auch den Mond, die Sonne un
Planeten in jeder beliebigen Gröfse darstellen, aber imm
zugleich desto undeutlicher, dunkler und schwächer an L
je mehr sie an Dimension gewinnen.

Jenes *Feld* wird eigentlich von einer in ihrer Mitte
förmig ausgebohrten metallenen Platte gebildet, welche i
nern des Fernrohrs, senkrecht auf die Länge desselben,
bracht ist. Solcher Platten oder Diaphragmen, wie
sie nennt, giebt es gewöhnlich mehrere in jedem Fern
und sie sind bestimmt, diejenigen Seitenstrahlen des au
Objectiv fallenden Lichts abzuhalten, die den Eindruck
mittleren Hauptstrahlen nur schwächen oder wohl ganz
stören würden. Das letzte und wichtigste dieser Diaphrag
aber steht unter allen dem Auge (dem Ocular) zunächst,
dieses ist es auch, welches die Gröfse des erwähnten Fe

t. Der Ort, wo es im Innern des Fernrohrs ange-
rerden soll, ist eben dort, wo die von den äufsern
inden auf das Objectiv fallenden und von diesem auf
ern Seite dieses Glases gebrochenen Lichtstrahlen sich
n kleinen Miniaturbildchen von jenen Gegenständen
in, welches Bildchen dann durch die Ocularlinse, wie
a gewöhnliches einfaches Mikroskop vergröfsert und in
estalt unserem Auge zugeführt wird. Man nennt be-
diesen Ort des Fernrohrs, wo jenes kleine Bild er-
den *Brennpunct* des Fernrohrs, weil in der That die
a Puncte vereinigten Sonnenstrahlen daselbst eine sehr
mperatur erzeugen und dadurch selbst andere Gegen-
wenn sie in jenen Punct gebracht werden, wie in
nnpuncte eines gewöhnlichen Brennglases oft sehr
ntzünden.

: nicht nur die äufsern Objecte, welche man durch
rohr betrachtet, werden in dem Brennpuncte dessel-
rst scharf und deutlich abgebildet, sondern, und die-
ier der wesentliche Umstand, auch jeder andere Ge-
wird, wenn er in diesen Brennpunct des Fernrohrs
worden ist, daselbst sehr gut und scharf begrenzt ge-
in feines Haar z. B., welches man als eine Sehne je-
förmigen Diaphragma's in einer durch den Brennpunct
ixe des Fernrohrs senkrecht gehenden Ebene ausge-
t, erscheint daselbst, auch wenn es, wie z. B. ein
berdraht, an sich selbst blendend weifs ist, ganz
scharf begrenzt und, was vorzüglich wichtig ist, fest
rrückt. Wenn man nämlich ein solches Fernrohr
die Spitze eines Thurms richtet und so stellt, dafs
n genau die verticale Axe dieser Spitze schneidet, so
das Auge vor dem ruhig stehenden Fernrohre auf
der rechts und links verrücken, ohne dafs der Faden,
ung auf die Thurmspitze, seine Lage ändert. Ja
ant sogar an dieser Unveränderlichkeit des Fadens bei
egung des Auges die wahre, durch den Brennpunct
Stellung des Fadens, so dafs, wenn man noch eine
weglichkeit des Fadens bemerkt, man ihn so lange
r rückwärts richten mufs, bis er völlig unbeweglich
h. bis er genau durch den Brennpunct des Fern-
t.

Digitized by Google

Man erkennt nun von selbst die Wichtigkeit eine
chen Vorrichtung; sobald es sich darum handelt, eine
genstand durch das Fernrohr nicht blofs besser sehn, s
auch zugleich messen zu wollen, so wie man ohne
Erinnerung sieht, dafs jedes brauchbare Mikrometer,
es mit einem Fernrohre in Verbindung gebracht werde
in dem Brennpuncte desselben aufgestellt werden müsse.

Es handelt sich daher nur noch darum, welcher Ar
Vorrichtung seyn soll, damit man mit ihrer Hülfe die G
stände zugleich sicher und bequem messen kann. Dies
uns demnach zu den verschiedenen Gattungen von M
metern, von denen wir nur die vorzüglichsten kurz a
wollen.

I. *Paralleles Fadennetz.* Dieses besteht in einer
wöhnlich ungeraden, Anzahl von einander parallelen Fäde
in einer durch den Brennpunct senkrecht auf die Ax
Fernrohrs gelegten Ebene ausgespannt werden. Man b
sich derselben in Meridianinstrumenten, wo man diese
auf den Horizont vertical stellt, oder in parallaktisch
stellten Instrumenten[1], wo man sie auf die Ebene des
tors senkrecht, also mit den Declinationskreisen der G
parallel stellt. Gewöhnlich verbindet man damit noch
andern durch die Mitte des Feldes jene Fäden senkrecht
schneidenden Faden, der daher in jenen Instrumenten m
Horizonte und in diesen mit dem Aequator parallel ist.
diesem letzten kann man dann die Höhe oder die Decl
und an jenen ersten, unter sich parallelen Fäden die
renz der Stundenwinkel oder die Azimuthe beobachten.
nämlich z. B. ein Fixstern durch den einen dieser par
Fäden in der Zeit t und später ein Planet in der Zeit t
denselben Faden, so ist die *Differenz der Rectascensio*
ser beiden Gestirne zur Zeit der Beobachtung des Pl
gleich t'— t in Zeitsecunden ausgedrückt oder gleich 15
Raumsecunden, wenn nämlich auch die beiden Zeiten
t' in Zeitsecunden ausgedrückt sind. Kennt man daher
gewöhnlich, bereits die Rectascension des Fixsterns, so
durch auch die des Planeten gegeben.

Um diese wichtigen Beobachtungen mit gröfserer S

---

1 Vergl. *Aequatoreal.* Bd. I. S. 215.

tellen, beobachtet man beide Gestirne an allen jenen sich parallelen Fäden und nimmt aus den sämmtlichen gangszeiten das arithmetische Mittel. Wenn z. B. drei r Fäden vorhanden sind und wenn man folgende Durch- beobachtet hätte:

	von dem Fixsterne		von dem Planeten	
dem Faden I . . .	7^h 32′	13″,1	7^h 41′	48″,2
II . . .	32	25, 3	42	0, 3
III . . .	32	37, 2	42	11, 8
Mittel	7^h 32′	25″,2	7^h 42′	0″,1

fferenz der beiden Mittel giebt zugleich die Differenz ectascension der beiden Gestirne, die gleich 0^h 9′ 34″,9 n Raume gleich 2° 23′ 43″,5 ist.

as vorhergehende einfache Verfahren setzt aber zwei ungen voraus. Erstens dafs die Uhr, die man bei die- obachtungen gebraucht hat, genau nach *Sternzeit*[1] geht. aber die Uhr in einem Sterntage nicht volle 24 Stun- ndern z. B. $24^h + \Theta$ giebt, wo Θ in Secunden ausge- die tägliche Acceleration der Uhr genannt wird, so an statt des vorhergehenden einfachen Factors 15 die $3 - 0{,}0001736\ \Theta$ nehmen und damit die Gröfse $(t' - t)$ ficiren, um sie in Raumsecunden zu verwandeln. Giebt e Uhr in einem mittleren Sonnentage $24^h + \Theta$, wo al- der die hier immer als klein vorausgesetzte Gröfse Θ gliche Acceleration einer nahe genau nach mittlerer Zeit len Uhr heifst, so wird der statt 15 zu substituirende Factor $07 - 0{,}0001741\ \Theta$ seyn. Sollte die Uhr in beiden täglich um Θ Secunden hinter ihrer Zeit zurückbleiben, o Θ die tägliche Retardation der Uhr ist, so wird man beiden vorhergehenden Ausdrücken die Gröfse Θ nega- zen.

weitens setzt aber auch jenes Verfahren voraus, dafs die äufsersten von jenen drei Fäden gleichweit von dem en entfernt sind. Zwar könnte man auch dann, wenn Distanzen ungleich sind, noch immer das Mittel aus al- i Fadenbeobachtungen nehmen, wie zuvor, aber dann dieses Mittel nicht mehr, wie man doch will, gleichsam ne dreifache (also auch im Allgemeinen dreimal bessere)

[1] S. Art. *Sternzeit.* Bd. VIII.

Digitized by Google

Beobachtung der Zeit des Mittelfadens, sondern sie würde al
Beobachtung an einem blofs imaginären Faden zu betra
seyn. Um diesen Uebelstand, wenn es einer ist, zu b
gen, wird man also zuerst die Distanz eines jeden der
den äufsern Fäden von dem mittlern durch irgend eine
Beobachtung bestimmen müssen. Gesetzt man habe auf
Weise gefunden, dafs die Distanz des ersten Fadens
mittleren gleich a und die des mittlern vom dritten gl
Secunden sey, und man habe dann den Durchgang irge
nes Gestirns durch den I., II., III. Faden in derselbe
nung um die Zeiten t, t′, t″ beobachtet. Dieses voraus
wird man, wie man leicht sieht, für diese drei Beobach
zeiten, wenn man sie alle auf den mittlern Faden re
die folgenden Zeiten erhalten:

$$t + \frac{a}{\text{Cos. } \delta},$$

$$t',$$

$$t'' - \frac{a}{\text{Cos. } \delta},$$

wo δ die Declination des Gestirns bezeichnet. Demnach
also auch das Mittel aus allen drei Beobachtungen seyn

$$\frac{t + t' + t''}{3} \quad \frac{a - a'}{3 \text{ Cos. } \delta}$$

oder $\frac{a - a'}{3 \text{Cos. } \delta}$ wird die Correction seyn, die man mit
Zeichen an dem Mittel der drei Beobachtungszeiten

$$T = \tfrac{1}{3}(t + t' + t')$$

anbringen mufs, um eine Beobachtung an dem Mittelfa
erhalten, die im Allgemeinen einen dreifach gröfseren
hat, als jede der drei vorhergehenden einzelnen Beoba
gen. Hätte man fünf Fäden und wären t, t′, t″ t‴
die an ihnen gemachten Beobachtungszeiten, so wie a
b und b′ in derselben Ordnung die Distanzen des m
Fadens von dem I., II., IV. und V., so wird man an
tel der Beobachtungszeiten

$$T = \tfrac{1}{5}(t + t' + t'' + t''' + t^{iv})$$

die Correction $\frac{1}{5 \text{ Cos. } \delta}$ $(a + a' - b - b')$ mit ihrem Zeich
tzen, um gleichsam eine fünffache Beobachtung an dem
telfaden zu erhalten.

das hier Gesagte allem Folgenden dieses für das
ebiet der Physik und Astronomie sehr wichtigen Ar-
Grunde liegt, so wird es nicht unangemessen seyn,
n, auf welche Weise auch noch die Gröfsen a oder b,
st die Distanzen zweier Fäden oder überhaupt zweier
ncte im Felde des Fernrohrs, bestimmt werden kön-
y AB diese Distanz und sey AP = p und BP = p′ Fig. 279.
istanz der beiden Endpuncte A und B von dem Pole
equators. Man lasse nun die Linie AB durch irgend
en Declinationskreis, z. B. durch den Meridian, gehn
erke die Zwischenzeit Θ in Sternzeitsecunden, wäh-
lcher die Puncte A und B durch den Meridian ge-
ind. Da diese Zwischenzeit, in Raumsecunden aus-
, offenbar gleich dem Winkel APB ist, so kennt man
phärischen Dreiecke ABP zwei Seiten mit dem ein-
enen Winkel APB = 15t, also ist auch, wenn man
hte dritte Seite AB durch a bezeichnet,

$$\text{Cos. a} = \text{Cos. p Cos. p}' + \text{Sin. p Sin. p}' \text{ Cos. } 15\Theta$$

1

$$\text{Sin.}^2 \tfrac{1}{2} a = \text{Sin.}^2 \frac{p' - p}{2} + \text{Sin. p}' \text{ Sin. p Sin.}^2 \tfrac{15}{2} \Theta.$$

gewöhnlichen Fall, wo die gesuchte Linie AB schon
Aequator parallel ist, wie dieses bei der Distanz der
parallelen Fäden vorausgesetzt wird, hat man p = p′

r

$$\text{Sin. } \tfrac{1}{2} a = \text{Sin. p Sin. } \tfrac{15}{2} \Theta,$$

n, wie zuvor, δ die Declination der dem Aequator
Linie AB heifst,

$$\text{Sin. } \tfrac{1}{2} a = \text{Cos. } \delta \text{ Sin. } \tfrac{15}{2} \Theta,$$

r Ausdruck ist ganz genau, wie grofs auch die Li-
eyn mag. Ist aber die zu messende Distanz AB,
s in der That meistens der Fall ist, nur klein, so
statt der letzten Gleichung auch die folgende an-

$$a = 15\Theta . \text{Cos. } \delta.$$

et man nun einen dem Pole nahen Stern, z. B. den
, dessen Declination δ man sehr genau kennt, und
n, dafs die Sternzeit, die er gebraucht, von einem
den zum nächstfolgenden zu kommen, Θ Secunden
so ist die gesuchte Distanz a dieser zwei Fäden

Digitized by Google

$$a = 15\,\Theta . \mathrm{Cos.}\,\delta$$

und dieses ist der Werth von a, den man in den obe gebenen Ausdrücken anwenden mufs, um die an den S fäden beobachtete Zeit auf den Mittelfaden zu bringen.

Ehe wir weiter gehn, wollen wir noch kurz anz auf welche Weise man die Ebene dieser sowohl, als au aller folgenden Netze genau in den Brennpunct des rohrs bringen kann. Zu diesem Zwecke stelle man zue Ocular des Fernrohrs so, dafs man damit gut begrenz sehr entfernte Gegenstände deutlich sieht. Hierzu eigne vorzüglich die Doppelsterne. Wenn man dann, bei Stellung des Oculars, die Fäden nicht ganz schwarz, re scharf begrenzt sieht, so nähert oder entfernt man das Netz (durch eigens dazu vorgerichtete Schrauben) von Oculare so lange, bis sie völlig schwarz und scharf er nen. Stellt man dann einen dieser Fäden auf ein wo stimmtes, sehr entferntes terrestrisches Object, z. B. a Spitze eines Thurms, und bewegt man das Auge vor Oeffnung des Oculars so weit als möglich auf und ab rechts und links, so wird der Faden noch etwas zu na Oculare stehn, wenn bei jener Bewegung des Auges und Bild des Objects auf dieselbe Seite des Fadens zu scheint, und umgekehrt, wodurch man daher die Eben Netzes mit der gröfsten Schärfe an ihren wahren Ort im rohre bringen kann.

II. *Netze mit gegen einander geneigten Fäden.* bisher beschriebene Netz mit parallelen Fäden ist blofs, man sieht, zur Bestimmung der Rectascensionsdifferenz Gestirne geeignet. Wenn man aber diese Fäden gegen ei der unter bekannten Winkeln neigt, so kann man an e solchen Netze sowohl die Differenz der Rectascension, als die der Declination erhalten und daher den Ort des Ge am Himmel vollständig bestimmen. Dieses Vortheiles w haben sich die Astronomen des letztverflossenen Jahrhun besonders bemüht, die sicherste und bequemste Art d Netze, deren es natürlich unzählig viele giebt, aufzufi und sie mit der hier nothwendigen Präcision zu constru da jeder Fehler, den man in ihrer Construction begangen in dem Brennpuncte des Fernrohrs gewöhnlich sehr stark v gröfsert erscheint.

A. Netz mit zwei geneigten Fäden.

ehmen wir zuerst nur zwei solche Fäden CS und CT Fig. 280.
e unter einem gegebenen Winkel SCT = m gegen ein-
ausgespannt sind. Nennen wir t und t′ die Stern-
, welche zwei bekannte Sterne gebrauchen die Sehnen
id A′ B′ zu durchlaufen, vorausgesetzt, dafs man diese
schon durch 15 Cos. Decl.* multiplicirt hat. Sey eben-
lie auf dieselbe Weise reducirte Zeit, die ein noch un-
tes Gestirn, z. B. ein Komet, gebraucht, um die Sehne
zu durchlaufen. Man ziehe die auf diese Wege der
e senkrechten Linien Ab = d, A′b′ = d′, so ist
= d″ die bekannte Differenz der Declinationen der bei-
csterne. Endlich ziehe man durch C eine den gege-
Winkel SCT = m halbirende Gerade CP. Setzt man
den Winkel dieser Geraden mit den Parallelkreisen
A′B′ .... der Sterne, d. h. setzt man den Winkel
x, so findet man diesen Winkel durch folgende ein-
leichung

$$\text{Cos. } 2x = \text{Cos. } m - \frac{2\,d''\ \text{Sin. } m}{t' - t}$$

durch ist also auch die Lage des Netzes SCT gegen
allelkreise der Gestirne gegeben. Dieses vorausgesetzt
eclinationsdifferenz d zwischen dem Kometen und dem
ixsterne

$$d = \frac{(t'' - t)\,.\,d''}{t' - t}$$

nso die Declinationsdifferenz d′ zwischen dem Kome-
dem zweiten Fixsterne

$$d' = \frac{(t'' - t')\,.\,d''}{t' - t}.$$

nso die Rectascensionsdifferenz dieser Gestirne zu fin-
t man, wie man leicht aus den ebenen Dreiecken der
ng findet,

$$A''b = \tfrac{1}{2}(t'' - t)\ \frac{\text{Sin. } 2x + \text{Sin. } m}{\text{Sin. } m}$$

$$b' = \tfrac{1}{2}(t'' - t')\ \frac{\text{Sin. } 2x + \text{Sin. } m}{\text{Sin. } m} = \frac{t'' - t'}{t' - t}\,.\,A''b.$$

vorausgesetzt sey T, T′, T″ der Augenblick, wo der

erste und der zweite Stern und wo der Komet in den
cten A, A', A'' durch den ersten Faden CS ging, so hat
für die gesuchte Differenz der Rectascension zwischen
Kometen und dem ersten Sterne

$$T'' + A'' b - T$$

und zwischen dem Kometen und dem zweiten Sterne

$$T'' + A'' b' - T'.$$

Man sieht, dafs man den zweiten der beiden Fixsterne
zur Bestimmung der Lage des Netzes gegen den Declina
kreis oder überhaupt gegen den Aequator gebraucht.
diese Lage, d. h. wäre der Winkel x schon bekannt, so
ein einziger Stern genügen, die Rectascension und De
tion des Kometen zu finden. Hätte man z. B., was da
fachste ist, die den Winkel m halbirende Linie CP (
dem Netze wieder durch einen dritten Faden vorgestellt
kann) so gestellt, dafs sie auf den Parallelkreisen der Ge
senkrecht stände, hätte man also $x = 90°$, so würden die
hergehenden zwei Gröfsen $A'' b$ und $A'' b'$ in folgende
che übergehn

$$A'' b = \tfrac{1}{2}(t'' - t) \text{ und } A'' b' = \tfrac{1}{2}(t'' - t').$$

B. Netz mit drei geneigten Fäden.

Da es aber in der Ausführung schwer ist, den W
zweier Fäden durch einen dritten, mit der hier unentb
chen grofsen Schärfe zu halbiren so wollen wir noch
Gebrauch eines andern Netzes zeigen, das aus drei unter
kürlichen Winkeln gegen einander geneigten Fäden be
Fig. 281. Seyen AD, BD, CD diese drei Fäden, die sich alle in
Puncte D schneiden. Sey der Winkel der beiden ersten
den $ADB = m$ und der der beiden letzten $BDC = n$. Nen
wir wieder, wie zuvor, die Sehnen, welche die durch d
Netz gehenden Gestirne beschreiben, nachdem man sie d
15 Cos. Decl. * multiplicirt hat, für den bekannten Fix
$AB = t$ und $BC = \Theta$ und für den in seiner Lage
unbekannten Kometen $A'B' = t'$ und $B'C' = \Theta$ und
auch hier wieder der Winkel des mittlern Fadens mit
Parallelkreise $DBC = DB'C' = x$.

Hier genügt demnach schon ein einziger Fixstern,
man drei Fäden hat, an denen allen man die Durchgänge

beobachtet, so dafs die vier Linien t, t' und Θ, Θ' ge-
nicht nur die Lage des Netzes am Himmel, sondern auch
s Kometen gegen den bekannten Fixstern zu bestimmen.
Man findet nämlich zuerst für den Winkel x die Glei-

$$\text{Cotg.}(x-m) = \frac{t\,\text{Sin.}\,n - \Theta'\,\text{Sin.}\,m\,\text{Cos.}(m+n)}{\Theta'\,\text{Sin.}\,m\,\text{Sin.}(m+n)}.$$

der Werth von x bekannt, so findet man den senk-
n Abstand $A'\alpha = B'\beta = C'\gamma = d$ der beiden Parallel-
, d. h. die Declinations-Differenz der beiden Gestirne
den Ausdruck

$$d = (t-t')\frac{\text{Sin.}\,x\,\text{Sin.}(x-m)}{\text{Sin.}\,m.}.$$

ndlich noch den Rectascensions-Unterschied der beiden
ne zu finden, hat man

$$A\alpha = (t-t')\frac{\text{Sin.}\,x\,\text{Cos.}(x-m)}{\text{Sin.}\,m},$$

$$B\beta = \frac{\Theta}{t}(t-t')\frac{\text{Sin.}(x+n)\,\text{Cos.}\,x}{\text{Sin.}\,n}$$

$$C\gamma = \frac{\Theta}{t}(t-t')\frac{\text{Cos.}(x+n)\,\text{Sin.}\,x}{\text{Sin.}\,n}.$$

ichnet man daher wieder durch A, B, C und durch A', B', C'
Zeitmomente, wo der Fixstern durch die drei Fäden in
Puncten A, B, C und wo der Komet durch dieselben in
Puncten A', B', C' gegangen ist, so hat man für die Dif-
z der Rectascension beider Gestirne

$$A + A\alpha - A' \text{ oder}$$
$$B + B\beta - B' \text{ oder endlich}$$
$$C + C\gamma - C'.$$

acher werden diese Ausdrücke, wenn man die beiden
kel m und n einander gleich setzt. Man erhält dann, ohne
n den Werth von x zu berechnen, folgende Gleichungen:

$$d = \frac{\Theta'(t-t')(t+\Theta')\,\text{Sin.}\,2m}{t^2 - 2t\Theta'\,\text{Cos.}\,2m + \Theta'^2},$$

$$A\alpha = \frac{d.(t-\Theta'\,\text{Cos.}\,2m)}{\Theta'\,\text{Sin.}\,2m},$$

$$B\beta = \frac{d.(t-\Theta')}{t+\Theta'}.\,\text{Cotg.}\,m$$

Digitized by Google

$$C\gamma = -\frac{d.(t-\Theta' \operatorname{Cos.} 2m)}{\Theta' \operatorname{Sin.} 2m}.$$

Wenn man in diesen letzten Gleichungen dem Winkel m
nen bestimmten Werth giebt, so erhält man die verschied
Netze, die man für den hier in Rede stehenden Zweck v
geschlagen hat. Wir wollen davon nur die zwei vorzügl
sten anführen.

Fig. 282. Seyen C und D die Mittelpuncte zweier gegenüberste
den Seiten eines Quadrats. Man ziehe aus jedem dieser M
telpuncte zwei gerade Linien nach den gegenüberstehen
Ecken a, b und c, d, so bilden diese vier Linien ein rau
förmiges Viereck CDEF, welches das Bradley'sche Netz h
weil es von diesem Astronomen zuerst vorgeschlagen und s
ter in beinahe allgemeinen Gebrauch gekommen ist. Zieht
noch durch jene beiden Puncte C und D den dritten Fa
CD, so ist der Winkel CDa = CDb = m von einer sol
Gröfse, dafs man hat Tang. $m = \frac{1}{2}$, also auch Sin. m =
und Cos. $m = \frac{2}{\sqrt{5}}$. Substituirt man diese Werthe in den
hergehenden allgemeinen Ausdrücken, so erhält man für
Bradley'sche Netz

$$\operatorname{Tang.} x = -\tfrac{1}{2}\frac{(t+\Theta)}{t-\Theta};\quad d = \frac{4\Theta(t-t')(t+\Theta)}{5(t^2+\Theta^2)-6t\Theta};$$

$$A\alpha = d.\frac{(5t-3\Theta)}{4\Theta};\quad B\beta = 2d.\frac{(t-\Theta)}{t+\Theta};\quad C\gamma = d.\frac{(3t-5\Theta)}{4t}$$

Für den einfachsten Fall, wo die Diagonale CD des Br
ley'schen Netzes mit dem Declinationskreise des Sterns pa
lel oder senkrecht auf den Aequator gestellt worden ist,
man $x = 90°$, also auch $\Theta = t$, so dafs daher für diesen F
die vorhergehenden Ausdrücke in die folgenden, äufserst e
fachen, übergehn:

$$d = 2(t-t'),$$
$$a = t-t',$$
$$b = 0,$$
$$c = t'-t.$$

Fig. 283. Ist aber, wie Burckhardt zuerst vorgeschlagen hat, das N
CDEF selbst ein vollkommenes Quadrat, so ist der Wi
CDE = CDF = m = 45°, also hat man auch für dieses N

$$\text{Tang.}\,(x-45^\circ)=\frac{\Theta}{t};$$

$$d=\frac{\Theta(t-t')\,(t+\Theta)}{t^2+\Theta^2};$$

$$A\alpha=\frac{d.t}{\Theta};\ B\beta=d.\frac{(t-\Theta')}{t+\Theta'};\ C\gamma=-\frac{d.t}{\Theta}.$$

an wieder die Diagonale CD senkrecht auf den Pa-
is der Sterne, so ist $x=90^\circ$, also $\Theta=t$ und daher
$d=t-t'$; $A\alpha=d$; $B\beta=0$ und $C\gamma=-d$.

hergehenden Ausdrücke können, mit einigen leichten
ationen, auch auf die Durchgänge der Sterne durch die
den Ec, Fd, Eb und Fa angewendet werden. Da Fig.
Künstler schwer fällt, die Winkel in C und D von 282.
und überdiefs von einer bestimmten Gröfse zu ma-
) wird es besser seyn, die in diesen Winkeln etwa
rückgebliebenen Fehler unmittelbar durch astronomi-
obachtungen zu bestimmen, wozu man ein Sternpaar
n kann, dessen Declinations-Unterschied genau be-
t.

. *Kreismikrometer.* Alle vorhergehenden Mikrometer
len doppelten Nachtheil, dafs ihre Construction mit der
thwendigen Genauigkeit schwer auszuführen ist und
n bei ihrem Gebrauche zur Nachtzeit das Innere des
rs beleuchten mufs, um die meistens sehr feinen Fä-
h sehn zu können, wodurch aber oft die lichtschwa-
stirne, z. B. die neuern Planeten, wieder unsichtbar
werden. Von beiden Fehlern frei ist das *Kreismikro-*
welches in seiner einfachsten Form blofs in dem völ-
rund ausgedrehten, dem Oculare nächsten Diaphragma
durch welches das Feld der Fernrohrs bestimmt wird
dem wir bereits oben gesprochen haben. Bequemer
die Beobachtungen ist ein eigener Ring, von etwas
n Durchmesser, als jener des erwähnten Diaphragma's,
man die zu beobachtenden Sterne zwischen dem Dia-
und dem äufsern Rande des Ringes sehn und da-
ich auf ihre Beobachtung des Durchgangs durch den
hörig vorbereiten kann. Ist dieser Ring auf beiden
ollkommen kreisförmig abgedreht, so erhält man da-
wei Kreise, also auch für jeden Stern eine doppelte

Digitized by Google

Beobachtung. Da diese Sterne, wenn sie in den äufsern
des Ringes treten, plötzlich verschwinden und dann so
unsichtbar bleiben, bis sie in den innern Rand des R
kommen, wo sie ebenso plötzlich wieder hervortreten,
offenbar keine Beleuchtung im Innern des Fernrohrs
Beobachtungen nothwendig. Was aber die Construct
Kreise auf unseren neuern Drehbänken betrifft, so weis
dafs sie sich mit grofser Präcision ausführen läfst und
unsern Künstlern viel leichter wird, einen genauen Kr
eine gerade Linie oder eine ebene Fläche darzustellen,
auch die letzte nur eine geringe Dimension hat. Zwar
ein solcher Ring, bevor er auf dem sogenannten Soupp
gedreht wird, an seinen Träger angekittet oder sonst
gend eine Art befestigt, also auch, wenn er vollkommen
gedreht ist, wieder von seinem Träger abgenommen w
Da aber diese Abnahme eines feinen und sehr wenig
haltenden Ringes nie ohne einige Gewalt geschehn k
wird dadurch auch der vollkommenste Ring leicht wieder
bogen, und darin liegt auch wohl der Grund, wa
Kreismikrometer so lange nach seiner Entdeckung anf
brauch geblieben ist und warum selbst in unsern Tagen
Delambre[1] so wenig Vertrauen auf dasselbe setzt, ind
es unter allen Mikrometern *le plus simple et quelqu*
moins sûr de tous nennt, ein Urtheil, das durch die n
Beobachtungen, vorzüglich deutscher Astronomen, berei
länglich widerlegt worden ist. Wir begnügen uns n
zuzusetzen, dafs Fraunhofer eine neue Art der Const
dieser Mikrometer erfunden hat, wodurch jene so lei
besorgende Verbiegung vollkommen entfernt wird, ind
nämlich den Stahlring, wenn er schon sehr nahe die
derliche Form hat, in die runde Oeffnung eines planen
gelglases durch Einreiben befestigt und dann die zu
Seiten des so fixirten Ringes hervorstehenden scharfen R
desselben an dem Soupport vollkommen kreisförmig
und das Glas sammt seinem Ringe auf den Ort des
befestigt, auf welchen der Brennpunct des Fernrohrs
Dieses hat zugleich den Vortheil, dafs jeder Beobachte
beiden Linsen des Oculars für sein Auge gehörig ei

1 Astronomie théor. et prat. T. I. p. 94.

, bis er die Objecte am deutlichsten sieht, ohne dadurch cheinbaren Durchmesser des Ringes zu verändern.
Demselben grofsen Künstler schien es auch noch wünswerth, statt zwei Kreisen deren mehrere zu haben, um eobachtungen daran zu vervielfältigen. Da sich dieser k nicht gut mehr mit Ringen von Metall, deren jeder feine Nadeln an dem Diaphragma des Fernrohrs befeerden mufs, ausführen läfst, so gerieth er auf die Idee, e concentrische Ringe auf ein Spiegelglas zu reifsen oder en. Allein er konnte es lange nicht dahin bringen, die Peripherie dieser Kreise, nachdem sie mit ihrem Glase s Fernrohr gebracht waren, in allen ihren Theilen gleich ichtbar zu machen. Gewöhnlich sah man nur eine Hälfte elbst ein Drittel dieser Peripherieen, während das Ueeinahe ganz unsichtbar blieb. Durch einen Zufall ente er aber eines Tages, als er eben ein älteres Ocular an ernrohr brachte, durch dasselbe eine krumme, in mehKnoten geschlungene Linie, die in allen ihren Theilen gut sichtbar war. Als er die Oberfläche des Oculars einem Mikroskope untersuchte, fand er, dafs diese Curve einer Lage feinen Staubes gebildet wurde, dessen kleine chen sich in dieser krummen Linie neben einander gelahatten. Dadurch aufmerksam gemacht verfertigte er sich igenes Instrument, durch welches er jene concentrischen e auf das Glas so tragen konnte, dafs die Peripherie diefreise nicht mehr, wie zuvor, eine stetige krumme Linie sondern dafs sie durchaus nur aus sehr nahen an einanstehenden isolirten Puncten bestand, um dadurch gleichdie Construction jener Linie aus Staubkörnern nachzun. Schon sein erster Versuch hatte den günstigsten Er, indem er jetzt bei allen Kreisen die ganze Peripherie h deutlich sehn konnte. Doch scheinen diese neuen Kreisrometer noch wenig in Aufnahme zu kommen, wahrscheinweil der Künstler, in der Freude über seine gelungene nehmung, zu viel solcher concentrischer Kreise, wohl ff und mehr, auf seiner Glasplatte angebracht hatte, woch leicht Irrungen herbeigeführt und die Beobachtungen hwert werden. Vielleicht wird man bald wieder auf sie ück kommen und sie dann allen andern vorziehn, beson wenn die Beleuchtung derselben von der Seite des Oculars

Digitized by Google

Beobachtung. Da diese Sterne, wenn sie in
des Ringes treten, plötzlich verschwinden
unsichtbar bleiben, bis sie in den in
kommen, wo sie ebenso plötzlich wi
offenbar keine Beleuchtung im Inn
Beobachtungen nothwendig. Wa
Kreise auf unseren neuern Dreh
dafs sie sich mit grofser Präcisi
unsern Künstlern viel leichter
eine gerade Linie oder eine
auch die letzte nur eine
ein solcher Ring, bevor
gedreht wird, an seine
gend eine Art befestig
gedreht ist, wieder v
Da aber diese Abn
haltenden Ringes n
wird dadurch auch
bogen, und dar
Kreismikrometer
brauch geblieb
DELAMBRE[1]
es unter alle
moins sûr
Beobachtu
länglich
zuzuset
dieser

$$= \frac{\delta}{\text{messer r des Ring}}$$

$$= \frac{\delta' - \delta}{2\,\text{Cos.}\frac{m'+m}{2}\,\text{Cos.}\frac{m'-}{}}$$

$$\frac{+a}{\frac{+m}{2}\,\text{Cos.}\frac{m'-m}{2}} = \frac{a'-}{2\,\text{Cos.}\frac{m'+m}{2}\,\text{Sin.}}$$

besor estimmung des Halbmessers allen folgende
näml zum Grunde liegt, so soll sie mit der gröfs
der nommen werden. Die zwei vorzüglichsten Feh
ge lche hier zu befürchten sind, bestehn in einer
S eclinationsdifferenz der gewählten Sterne und in
lern des Sehens oder Hörens bei den Beobachtu
erste Quelle ist jetzt leicht zu vermeiden, da man
so grofse Anzahl Sterne hat, deren Declination
kannt ist. Nicht so verhält sich die Sache mit den
tungsfehlern. Man sieht aber, dafs diese Fehler
nigsten nachtheiligen Einfluss auf das Resultat,
richtigen Werth von r haben werden, wenn man

ihre Declinationsdifferenz nahe
es oder dafs $\delta' - \delta$ nahe
beiden Sterne während
ine, die eine über,
beschreibt. Für
r That sehr
cke zur
δ

Ring des
dieses Ringes
Sonnenzeit zwi-
nnern Berührungen
an R den Halbmesser
hat man für den gesuch-

$$\Big)^2 \cdot \frac{\Theta^2 - \Theta'^2}{R}.$$

Weise den Halbmesser r des Rin-
fst man den zu beobachtenden Plane-
bekannten Fixstern durch das Feld des
t die halbe Zwischenzeit des Fixsterns oder
ischen dem Ein- und Austritte desselben in
d δ die Declination des Sterns. Für den Pla-
dieselben Gröfsen t' und δ'. Dieses vorausgesetzt
die Gröfsen φ und d durch folgende Gleichungen

$$\text{Sin.}\,\varphi = \frac{15\,t}{r}\ \text{Cos.}\,\delta;\quad d = r\,\text{Cos.}\,\varphi$$

$$\text{Sin.}\,\varphi' = \frac{15\,t'}{r}\ \text{Cos.}\,\delta';\quad d' = r\,\text{Cos.}\,\varphi',$$

d die gesuchte Differenz der Declination der beiden Ge-
er Unterschied der beiden Mittelzeiten zwischen Ein-
ritt des Sterns und des Planeten aber giebt sofort
gesuchte Differenz der Rectascension der beiden Ge-

eingeführt werden wird, die man bisher nur bei den vollkommen gearbeiteten Positions-Mikrometern anzuwenden pflegte, von welchen wir weiter unten sprechen werden.

Das Erste, was man vor dem Gebrauche eines Kreismikrometers vornehmen mufs, ist die Bestimmung seines Halbmessers. Zu diesem Zwecke wird man am besten zwei Fixsterne von nicht zu blendendem Lichte wählen, deren Declinationsdifferenz genau bekannt ist. Sey δ die Declination einen dieser Sterne und t die halbe Sternzeit zwischen beobachteten Ein- und Austritte dieses Sterns in dem Kreis. Man setze der Kürze wegen $a = 15\,t\,\mathrm{Cos.}\,\delta$. Für den zweiten Stern seyen dieselben Gröfsen δ', t' und $a' = 15\,t'.\,\mathrm{Cos.}\,\delta'$.

Dieses vorausgesetzt suche man zuerst die beiden Winkel m und m' aus den Gleichungen

$$\mathrm{Tang.}\,\frac{m' + m}{2} = \frac{a' + a}{\delta' - \delta}$$

und

$$\mathrm{Tang.}\,\frac{m' - m}{2} = \frac{a' - a}{\delta' - \delta}$$

und dann ist der gesuchte Halbmesser r des Ringes

$$r = \frac{a}{\mathrm{Sin.}\,m} = \frac{a'}{\mathrm{Sin.}\,m'} = \frac{\delta' - \delta}{2\,\mathrm{Cos.}\,\frac{m' + m}{2}\,\mathrm{Cos.}\,\frac{m' - m}{2}}$$

oder auch

$$r = \frac{a' + a}{2\,\mathrm{Sin.}\,\frac{m' + m}{2}\,\mathrm{Cos.}\,\frac{m' - m}{2}} = \frac{a' - a}{2\,\mathrm{Cos.}\,\frac{m' + m}{2}\,\mathrm{Sin.}\,\frac{m' - m}{2}}$$

Da die Bestimmung des Halbmessers allen folgenden Beobachtungen zum Grunde liegt, so soll sie mit der gröfsten Sorgfalt vorgenommen werden. Die zwei vorzüglichsten Fehlerquellen, welche hier zu befürchten sind, bestehn in einer unrichtigen Declinationsdifferenz der gewählten Sterne und in den Fehlern des Sehens oder Hörens bei den Beobachtungen. Die erste Quelle ist jetzt leicht zu vermeiden, da man bereits eine so grofse Anzahl Sterne hat, deren Declination sehr genau bekannt ist. Nicht so verhält sich die Sache mit den Beobachtungsfehlern. Man sieht aber, dafs diese Fehler dann am wenigsten nachtheiligen Einflufs auf das Resultat, auf den gesuchten Werth von r haben werden, wenn man die be-

so gewählt hat, dafs ihre Declinationsdifferenz nahe dem Durchmesser des Ringes oder dafs $\delta' - \delta$ nahe $2r$ ist, so dafs also jeder der beiden Sterne während)bachtung nur eine sehr kleine Sehne, die eine über, ere unter dem Mittelpuncte des Ringes beschreibt. Für Fall, wo die beiden Sehnen t und t' in der That sehr nd, kann man auch die vorhergehenden Ausdrücke zur ng noch bequemer machen. Nennt man nämlich $P = \delta' - \delta$ $= 15 . \text{Cos.} \frac{\delta' + \delta}{2}$, so erhält man für diesen Fall

$$2r = P + \frac{Q^2}{P} (t^2 + t'^2) - 2 \frac{Q^4}{P^3} . t^2 t'^2 .$$

ſst sich der Durchgang der Sonne durch den Ring des eters zur Bestimmung des Durchmessers dieses Ringes). Ist nämlich Θ und Θ' die wahre Sonnenzeit zwi- en beiden äufsern und den beiden innern Berührungen ne und des Ringes und nennt man R den Halbmesser ie Declination der Sonne, so hat man für den gesuch-)messer r des Ringes

$$r = \left(\frac{15}{4} \text{Cos.} \delta\right)^2 . \frac{\Theta^2 - \Theta'^2}{R} .$$

nan nun auf diese Weise den Halbmesser r des Rin- immt hat, so läfst man den zu beobachtenden Plane- einen bereits bekannten Fixstern durch das Feld des ehn. Sey t die halbe Zwischenzeit des Fixsterns oder Zeit zwischen dem Ein- und Austritte desselben in ge und δ die Declination des Sterns. Für den Pla- ren dieselben Gröfsen t' und δ'. Dieses vorausgesetzt in die Gröfsen φ und d durch folgende Gleichungen

$$\text{Sin.} \varphi = \frac{15\,t}{r} \text{Cos.} \delta ; \quad d = r \text{Cos.} \varphi$$

so

$$\text{Sin.} \varphi' = \frac{15\,t'}{r} \text{Cos.} \delta' ; \quad d' = r \text{Cos.} \varphi' ,$$

– d die gesuchte Differenz der Declination der beiden Ge- Der Unterschied der beiden Mittelzeiten zwischen Ein- tritt des Sterns und des Planeten aber giebt sofort gesuchte Differenz der Rectascension der beiden Ge-

Digitized by Google

Da man die Declination δ' des Planeten erst sucht, wird man in dem vorhergehenden Ausdrucke für Sin. γ δ' die Gröfse δ setzen, was um so eher angeht, da δ nie bedeutend verschieden seyn kann. Will man eine Genauigkeit erhalten, so wird man aus dem bereits gefundenen $d' - d$ die vorläufige Declination δ' des Planeten ableiten, mit diesem Werthe von δ' den Winkel φ' und die Gröfse genauer suchen, wodurch man dann auch einen verbesserten Werth von δ' erhält. Eine Tafel, die für jeden Werth von Cos. δ den ihm entsprechenden Werth von d giebt, macht auch diese kleinen Berechnungen ganz entbehrlich.

Es ist für sich klar, dafs man die Differenz der Rectascensionen beider Gestirne am genauesten erhält, wenn man sehr nahe beim Mittelpuncte des Ringes durchgehn oder die gröfstmöglichen Sehnen beschreiben. Die Differenz der Declination im Gegentheil wird durch solche Beobachtungen am schärfsten bestimmt werden, wo beide Gestirne sehr kleine Sehnen beschreiben oder so weit als möglich vom Mittelpuncte durch den Ring gehn. Dieses ist allerdings ein Nachtheil des Kreismikrometers zu betrachten, allein man kann ihm dadurch gröfstentheils abhelfen, dafs man dasselbe Sternpaar, in wiederholten Beobachtungen, an verschiedenen Stellen des Ringes durchgehn läfst, um einmal die Rectascension und dann die Declination derselben mit der gewünschten Schärfe zu bestimmen. Man kann aber auch diesem Uebelstande, nach Olbers Vorschlage, dadurch begegnen, dafs man einen schmalen Messingstreifen so durch den Ring legt,

Fig. 284. die eine Kante BO desselben genau durch den Mittelpunct O des Ringes geht oder einen Durchmesser desselben bildet. Ist dann

$2t$ die Zeit durch AC,
$2t'$ - - - $A'C'$,
Θ - - - AB,
Θ' - - - $A'B'$,

so hat man, wenn wieder d und d' die senkrechten Abstände des Mittelpunctes des Ringes von dem Parallelkreise oder der Sehne des Sterns und des Planeten bezeichnen,

$$\frac{d'}{d} = \frac{\Theta' - t'}{\Theta - t} \cdot \frac{\text{Cos.}\,\delta'}{\text{Cos.}\,\delta},$$

wofür man in den meisten Fällen setzen kann

$$\frac{d'}{d} = \frac{\Theta' - t'}{\Theta - t}.$$

in daher aus demjenigen der beiden Gestirne, dessen die kleinste ist, den Abstand d durch die oben mitge- Formel berechnet; so findet man den Abstand d' des Gestirns durch die Gleichung

$$d' = d \cdot \frac{\Theta' - t'}{\Theta - t}$$

mit der erforderlichen Schärfe, also auch die gesuchte n d' — d der Declinationen beider Gestirne[1].

Schraubenmikrometer. Man stelle sich in dem Brenn- eines Fernrohrs zwei horizontale Fäden vor, von wel- r eine fest und der andere, ihm parallele, mittelst ei- raube beweglich ist, so dafs er dadurch dem festen enähert oder von ihm entfernt werden kann. Man ne Zeichnung, dafs jeder dieser Fäden auf einer ei- in ihrer Mitte durchbohrten Metallplatte befestigt seyn von diesen Platten diejenige, welche den beweglichen trägt und auf welche die erwähnte Schraube unmittelbar einwirkt, zwischen eigenen, auf der andern Platte ihten Leisten mit dieser Platte parallel auf und ab ver- r seyn mufs. Da unsere feineren Schrauben sehr nahe rofse Windungen haben und da Differenzen der Art, noch vorkommen, durch den Gebrauch der Schraube ihrer Natur nach, vermindert werden, so läfst sich e beobachtete Anzahl der Schraubenumgänge die Di- beiden Fäden mit grofser Schärfe messen, daher von Mikrometern, obschon sie bereits zur Zeit Pi- und Römer's bekannt war, auch in unsern Tagen den verläfslichsten gezählt wird, wie denn die eng- ünstler und auch Reichenbach dieselben bei ihren Aequatorealen u. dgl. noch immer anzubringen pfle- e durch eine kleine Oeffnung des Fernrohrs heraus- Verlängerung der Schraubenspindel trägt nämlich ei- c (Zeiger), der bei der Drehung der Schraube auf inen eingetheilten Kreisschraube herumgeht, durch

[1] hreres über dieses ebenso einfache als interessante Instru- t man in v. Zach Mon. Corr. Th. XVII. XXIV. XXVI. hrb. 1796. S. 164. Astronom. Nachrichten. Th. II. S. 361.

welchen man daher auch einzelne Theile der Umdrehung mit Genauigkeit lesen kann. Nehmen wir an, die scheibe sey in 100 gleiche Theile getheilt und der Ind Schraube stehe auf dem Theilpuncte 30, wenn beide sich genau decken. Läfst man nun von zwei Sternen ren Declinationsdifferenz genau bekannt ist und z. B. trägt, den ersten durch den festen Faden gehn und man den andern Faden durch Umdrehung seiner Schr weit, dafs der zweite Stern, wenn er in dem Felde d rohrs erscheint, in der Richtung dieses Fadens sich wegt, so hat man, wenn indefs die Schraube 5 ganz drehungen gemacht hat und der Zeiger jetzt auf dem striche 75 steht, für die Bewegung der Schraube 575−30 Theilstriche. Da aber die Distanz der beiden Gestir oder 600″ beträgt, so hat man

$$545 \text{ Theile} : 600'' = 100 \text{ Theile} : x,$$

wo $x = 110'',092$ ist, das heifst, eine Umdrehung der Sc be entspricht einem Winkel von 110,092 Secunden, trägt auch jeder Theilstrich der Scheibe 1,1009 Se Jedes Sternpaar, dessen Declinationsdifferenz bereits g kannt ist, und ebenso der bekannte Halbmesser der oder eines Planeten wird daher den gesuchten Werth ei volution der Schraube geben, und wenn dieser genau ist, so wird man auch umgekehrt jede durch diese Sch zwischen den beiden Fäden gemessene Distanz in Se ausdrücken können. Dieses Verfahren ist dem durch strische Gegenstände, deren Gröfse und Entfernung man vorzuziehn[1]. Wenn noch eine Unsicherheit bei diesem fahren übrig bleibt, so kommt sie von dem todten Gan den man bei den Schrauben noch so häufig antrifft, de Reichenbach, Baumann u. a. durch eigene Vorrich von elastischen Federn und Ketten, die gleich den Ket serer Taschenuhren gestaltet sind, wenigstens gröfste entfernt haben.

V. *Positions-Mikrometer.* Wenn die Gegenstände ren Entfernung man messen will, sehr nahe bei einander so dafs sie, wie z. B. viele Doppelsterne, nur eine

1 Man findet diese in Lalande's Astronomie §. 2529. Kästner's Astronom. Abhandl. II. Samml. S. 311.

unden von einander entfernt sind, so lassen sich die eschriebenen Mikrometer nicht mehr gut anwenden, gsten die oben erwähnten Fadennetze, weil hier, wie ehn hat, die Zeit als ein unmittelbares Element der ungen angewendet wird. Die Schraubenmikrometer rar die Declination, unabhängig von der Zeit, blofs e Revolution der Schraube, aber die Rectascensions- mufs doch auch hier wieder mittelst der Zeit des gs der beiden Sterne durch den Stundenfaden (der linationskreise des Sterns parallel ist) gemessen wer- i den einander so nahe stehenden Sternen aber, die ichsam in derselben Zeitsecunde durch den Stunden- n, wird es zuweilen äufserst schwer, diesen Zeit- d mit Schärfe zu bemerken, und da der Fehler, den i begeht, noch durch 15 multiplicirt, also 15mal t wird, so läfst sich auf diese Weise wohl nur sel- gröfsere Genauigkeit erwarten.

Positionsmikrometer ist nun darin dem vorhergehenden mikrometer ähnlich, dafs es nebst dem fixen ver- den BD noch zwei darauf senkrechte, also unter Fig. lele Fäden hat, von welchen der eine AC fest und 235. e ac mittelst einer feinen Schraube, deren Spindel d deren Kopf B ist, beweglich seyn mufs. Damit n also auch die Differenz der Rectascension und De- zweier Gestirne ganz wie zuvor beobachten. Wird er feste Faden AC so gestellt, dafs er dem Wege Sterns parallel liegt und mit ihm zusammenfällt, so man die Durchgangszeit der beiden Sterne durch n festen Faden BD in den Puncten O und s und eich, mittelst der Schraube bei B, den beweglichen ac so, dafs er in den Weg des zweiten Sterns

um sich bei diesen Beobachtungen von der Zeit ; zu machen, hat man diesem Mikrometer die Ein- egeben, dafs es sich, sammt seinem Fadensysteme, Mittelpunct O drehn läfst. Um diese Drehung sanft zugleich zu machen, sind an der Aufsenseite des Mi- mehrere Schrauben angebracht, so wie auch ein ein- Kreis, der mit dem Kreise ABCD des Mikrometers

Digitized by Google

concentrisch ist und an dem man den Winkel, um w… das Mikrometer gedreht worden ist, ablesen kann.

Sobald daher die beiden Sterne im Felde des Fe… erscheinen, dreht man das Mikrometer um seinen Mit… O so lange, bis der feste Faden BD durch beide S… und S geht oder bis er in die Lage bd kommt, und l… dem eingetheilten Kreise den Drehungswinkel BOb ab… gleich bringt man aber auch, mittelst der Schraube bei … beweglichen Faden ac auf den zweiten Stern S, wodu… seine senkrechte Entfernung Sn von dem festen Fad… erhält. Man kennt demnach jetzt durch das Mikrome… Winkel $BOS = \varphi$, welchen die Distanz OS der beide… mit dem Declinationskreise OB des gröfsern Sterns O … und zugleich die Distanz Sn der Parallelkreise AC … der beiden Sterne. Um dann noch die Distanz OS=… Sterne zu finden, hat man in dem bei n rechtwinkligen … ecke OSn

$$\Delta = \frac{Sn}{\text{Cos. BOS}} = \frac{Sn}{\text{Cos. } \varphi}.$$

Ist z. B. $Sn = 5$ Secunden und $\varphi = 50°$ gefunden wo… hat man $\Delta = 7{,}78$ Secunden, dafs aber die relative La… beiden Sterne, und sonst sucht man nichts, durch die … Gröfsen φ und Δ ebenso vollständig bestimmt werde, wie … die Differenz ihrer Rectascension und Declination oder … Länge und Breite, ist für sich klar.

VI. *Objectiv-Mikrometer.* Dieses von Picard … gebrauchte und später von Dollond und Fraunhofer … vervollkommnete Instrument zeichnet sich vor allen … vorzüglich dadurch aus, dafs das Objectiv des Fernrohrs … zwei Theilen, z. B. aus einer in der Richtung ihres D… messers entzwei geschnittenen Doppellinse besteht, von … cher jeder isolirte Theil für sich ein Bild des durch das … rohr betrachteten Sterns giebt. Da von diesem Mikrometer … oben[1] gesprochen worden ist, so halten wir uns hier … weiter dabei auf.

VII. *Differential-Sextant.* In dem ersten Theile … Memoiren der astron. Gesellschaft zu London beschrieb …

---

1 S. Art. *Heliometer.* Bd. V. S. 223.

r Gompertz eine von ihm erfundene Vorrichtung, um terrestrische Distanzen aus einem einzigen Beobachtungs- mit gröfserer Schärfe zu bestimmen, als dieses wohl mit den meisten Instrumenten der Fall war, die man nem, meist militärischen, Zwecke ausgedacht hat. Diese htung besteht in zwei kleinen Spiegeln, die man an der seite des Objects eines Fernrohrs einander gegenüber gt und von welchen der eine bewegliche mit einem Ra- on der Länge des Fernrohrs in Verbindung gesetzt ist, r Radius mit seinem bei dem Ocular stehenden End- auf einem eingetheilten Kreisbogen die Lage der bei- piegel gegen einander anzeigt. Im zweiten Theile des nten Werkes S. 85. giebt derselbe Verfasser eine Erwei- des Gebrauchs seiner Vorrichtung, die er *Differential-* nt nennt und wodurch jetzt dasselbe Instrument die Be- ung erhält, bei grofsen Winkeln kleine Aenderungen der- mit Präcision zu messen, wie dieses z. B. bei den Ein- ngen der Parallaxe, der Refraction, der Aberration u. dgl. ll ist. Da der Gegenstand noch zu neu und, so viel kannt, noch nicht auf praktischem Wege näher unter- worden ist, so wird diese kurze Anzeige genügen.

VIII. *Zenith-Mikrometer.* So nennt Babbage das von rfundene Mikrometer[1]. Bei allen bisher erwähnten Mi- tern hing die Genauigkeit der Messung unmittelbar von Genauigkeit der Eintheilung (der Schraube oder des Krei- gs dem Positionsmikrometer u. s. w.) ab. Das gegen- ge Instrument ist von dieser Voraussetzung im Allgemei- unabhängig, weil der an demselben abgelesene kleine kel an seinem Kreisbogen willkürlich vervielfacht oder plicirt werden kann, so dafs man dadurch von den Feh- der Eintheilung unabhängig wird. Das Princip, welches m Mikrometer zum Grunde liegt, wird sogleich übersehn, n man sich ein Fernrohr vorstellt, welches unter rechten keln mit der unteren horizontalen Stange eines Parallelo- mms verbunden ist, so dafs das Parallelogramm und das rohr in der Ebene des Meridians liegen. Die vier Seiten Parallelogramms sind genau in ihren Ecken mit einander bunden. Es ist klar, dafs bei einer solchen Construction

[1] Memoirs of the astronom. Society. T. II. p. 101.

Digitized by Google

durch die Bewegung einer der beiden senkrechten Seiten Parallelogramms rund um ihre obere Verbindung der Winden das Fernrohr mit dem Zenith macht, nicht geändert sondern dafs dadurch dieses Fernrohr nur in eine neue gebracht wird, in welcher es wieder auf denselben Himmels gerichtet ist. Sobald aber eine der Seiten des lelogramms auch noch so wenig verlängert wird, so wird durch auch jener Parallelismus des Fernrohrs gestört und noch so geringe drehende Bewegung der verticalen Seiten Axen wird das Fernrohr nicht nur aus seiner Lage sondern auch so verstellen, dafs die beiden Richtungen Fernrohrs einen kleinen Winkel unter sich bilden. Die dieses Winkels wird abhängen sowohl von der Gröfse Längenänderung jener Seite, als auch von dem Winkel, chen diese Seite mit ihrer früheren Richtung macht.

Man wird diese Vorrichtung zur Messung der Zwdistanzen vortheilhaft anwenden können. Zu diesem Zw
Fig. 286. stellt man das Parallelogramm, dessen Seiten sich u Endpuncte A, B, C, D bewegen lassen, in der Ebe Meridians auf. Die obere und untere Stange AB und müssen, jede für sich, aus zwei von einander getrennten S bestehn, in geringer Entfernung von einander, um das F rohr zwischen sich aufnehmen zu können. In einem der Winkel, z. B. in C, wird eine feine Schraube angeb durch deren Umdrehung der Punct C von D entfernt ihm genähert werden kann. Zwischen den zwei untern gen und in der Mitte zwischen den Ecken des Paral gramms wird das Fernrohr EF befestigt, welches, wenn Instrument blofs in der Nähe des Zeniths gebraucht wer soll, auch ein Spiegelteleskop seyn kann. Es wird gut bei K einen eingetheilten Kreis an das Fernrohr anzubri um das letzte nur beinahe auf irgend eine gegebene Zen distanz stellen zu können. Zur Bequemlichkeit des Beob ters wird das Ocular des Fernrohrs mit einem Prisma ver werden, um auch Gegenstände in der Nähe des Zeniths in einer horizontalen Richtung zu sehn. Im Brennpuncte Fernrohrs mufs ein Faden so eingezogen werden, dafs er Bewegung des Sterns parallel ist. Neben einem der vier des Parallelogramms, z. B. neben BC, soll ein getheilter K

M angebracht und sein Vernier G an diesen Arm
efestigt werden.
h dieser Darstellung giebt Babbage das Verfahren,
man bei dem Beobachten der Zenithdistanzen mit
nstrumente als das beste nach seiner Ansicht befol-
Die Vortheile, welche es gewährt, sollen darin be-
ſs es ebensogut mit einem dioptrischen, als mit einem
hen Fernrohre verbunden werden kann, welches letzte
m messenden Beobachtungen bekanntlich noch so sel-
wendet wird; dafs man Fernröhre mit den stärksten
rungen anwenden kann, und dafs endlich der an dem
nte abgelesene Winkel, mit dem unmittelbar beobach-
glichen, so sehr vergröfsert erscheint, als man nur
höchsten bisher bekannten optischen Kraft erwarten

Bergkrystall-Mikrometer. Unter den Körpern, die
elte Refraction des Lichts geben, scheint der Berg-
wegen seiner Härte, Durchsichtigkeit und hohen Po-
vorzüglich zu mikrometrischen Beobachtungen zu
besonders wenn es sich darum handelt, den Durch-
nes beweglichen Körpers oder die Distanz von zwei
en Körpern u. dgl. mit grofser Schärfe zu messen.
é Rochon schlug zuerst im J. 1783 ein doppeltes
on isländischem Kalkspath, durch welches man jeden
örper doppelt sehn konnte, zu diesem Zwecke vor.
erkung, dafs der Winkel zwischen diesen beiden
esselben Gegenstandes immer von derselben Gröfse
ihm das eigentliche Princip des von ihm erfunde-
ometrischen Teleskops. Rochon's Schrift darüber[1]
ereits sehr selten geworden. Der gelehrte Engländer
[2] zeigt die Fehler, in welche Rochon bei seinen
rsuchen verfallen ist. Bei seiner eigenen verbesser-
ruction eines solchen Mikrometers geht er von den
nsichten aus, dafs erstens der Winkel zwischen den
ldern eines Prisma's von Bergkrystall immer derselbe
dafs zweitens dieser Winkel bedeutend gröfser wird,
zwei Seiten des Doppelprisma's mit Gummi oder mit

moire sur le micromètre de crystal de roche. Par. 1807.
m. of the astronom. Soc. T. I. p. 67, 82 u. 102.

canadischem Balsam an einander gekittet werden, statt sie, ROCHON gethan, ganz trocken und einfach neben einander legen. In der frühern Vorrichtung wurde dieses Doppelma mittelst einer verschiebbaren Röhre im Innern des Fernrohrs angebracht, so dafs man das Prisma längst der Axe Fernrohrs bewegen konnte, wo dann, auf der Aufsenseite Fernrohrs, eine Scale angebracht war, an welcher man zurückgelegten Weg und den Stand des Prisma's lesen k ROCHON hatte das Ganze mehr zum Gebrauche der M und überhaupt des Militärs eingerichtet, daher es für die A nomie so lange unangewendet blieb. Man sieht leicht, der Winkel der beiden Bilder, die von dem Prisma g werden, ein Gröfstes ist, wenn das Prisma unmittelbar das Objectiv des Fernrohrs gestellt wird, und im Gege ein Kleinstes (d. h. dafs die beiden Bilder in ein einzige sammen treten), wenn die brechende Fläche der Prisma den Brennpunct des Fernrohrs tritt. Das gröfste Hinde welches ROCHON bei der Ausführung fand und über w auch der Künstler LENOIR noch in den letzten Jahren führte, bestand in dem Mangel eines gröfsern Stücks Krystalls von durchaus homogener Masse und gleicher D sichtigkeit, daher auch die beiden Bilder nie die gle Deutlichkeit hatten. PEARSON versuchte zuerst, ein Prisma auf der andern Seite des Oculars zwischen dem O und dem Auge des Beobachters anzulegen, und er erhie diese Weise eine sehr deutliche Darstellung der beide der. Er gerieth bei seinen Versuchen auf die Bemerkung, der Winkel des Prisma's nur constant bleibt, so lange Vergröfserung (*power*) des Oculars dieselbe ist, und da Gegentheile dieser Winkel in demselben Mafse abnimmt, die Vergröfserung des Oculars wächst, so dafs er endlich allgemeine Regel aufstellte: „der constante Winkel eines P „ma's von doppelter Brechung, dividirt durch die Vergr „rung eines Fernrohrs, ist das wahre Mafs des beobach „Winkels," wie er durch dasselbe Prisma, nahe in B rung mit dem Auge, in diesem Fernrohre gesehn wird. W z. B. der constante Winkel des Prisma's 30 Min. beträgt die Vergröfserung des Fernrohrs 60 ist, so hat der so gem sene kleine Winkel $\frac{30}{60}$ Minuten oder 30 Secunden. Ehe daher zu dem Gebrauche eines solchen Prisma's geht,

liesen constanten Winkel und auch die Vergrößerung des ihrs sehr genau kennen. Pearson giebt die Mittel an, zwei Größen mit Schärfe zu bestimmen, auf welche ich , der Kürze wegen, den Leser verweise. Man findet r von demselben Verfasser (Pearson) drei Abhandlun- dem I. Bande der Mem. of the astron. Society, Seite 2 und 102.

Mikrometer bei Mikroskopen. Im Allgemeinen sind ikrometer bei Mikroscopen dieselben, wie bei den Fern-, nur dafs man dazu vorzüglich die oben erwähnten benmikrometer zu brauchen pflegt. Da man hier sehr Gegenstände vor sich hat, so braucht man nicht, wie immel, blofs bei der Angabe des Sehwinkels stehn zu n oder blofs den scheinbaren Durchmesser derselben in den zu bestimmen, sondern man kann und soll auch in meisten Fällen den wahren Durchmesser der mikroskopi- Objecte in Linien und Theilen derselben kennen ler- Leeuwenhoek verfuhr dabei sehr einfach, indem er die sein Instrument gesehenen Gegenstände mit kleinen Sand- n verglich, deren hundert auf die Länge eines Zolls , und die er zugleich mit den andern Objecten in sei- Mikroskope betrachtete. Jurin[1] wand einen feinen Sil- ht so dicht, als möglich, um eine Nadel und zählte die indungen in der Länge eines Zolls. Dann schnitt er den in kleine Stückchen und streute dieselben auf die Un- zugleich mit den zu untersuchenden Gegenständen, ie letzten mit der Dicke des Drahts zu vergleichen. So r z. B., dafs vier Kügelchen im Menschenblute die Breite Drahts bedeckten, von dem 485 Umwindungen auf ei- Zoll gingen, daher er den Durchmesser eines Blutkügel- gleich $\frac{1}{4}$ dividirt durch 485 oder gleich $\frac{1}{1940}$ Zoll setzte. 's Verfahren, mit einem Auge durch das Mikroskop die nstände zu betrachten und mit dem anderen unbewaffneten andere gleich weit entfernte Gegenstände von bekannter e anzusehn, dient nicht sowohl, die Gröfse jener Gegen- e, als vielmehr die Vergrößerung des Mikroskops ken- zu lernen, obschon man zu diesem letzten Zwecke auch ere Mittel hat.

[1] Dissert. upon physico-mathem. subjects. 1732.

Digitized by Google

Netze oder Gitter von feinen auf Glas geschnittenen
nien hat MARTIN[1] unter dem Namen *Graphical Perspe*
vorgeschlagen. Sie dienen nicht sowohl zur genauen Mes
als zur bequemen Abzeichnung der Gegenstände. BRAN
versah seine Mikroskope mit solchem Gitterwerk und di
ben wurden zu seiner Zeit allgemein bewundert, da es
andern Künstlern schwer wurde, diese Striche auf Glas in
selben Reinheit und Feinheit nachzumachen. Allein in
Tagen ist FRAUNHOFER in München und besonders PL
Wien mit diesem Linienschneiden auf Glas noch viel
als BRANDER gekommen. Durch PLÖSSL's Schraubenmik
ter, die er in so grofser Vollkommenheit an den von ihm
fertigten Mikroskopen angebracht hat, kann man den D
messer eines Gegenstandes bis auf den hunderttausendsten
eines Zolls genau finden. Zu diesem Zwecke mufs m
vor den Werth eines Umgangs der Schraube kennen,
man am einfachsten erhält, wenn man diese Schraube
als Object in das Mikroskop einsetzt und den Ab
zweier Umgänge wiederholt und mit Schärfe mifst.
kann man die Oeffnung des Diaphragma's eines Mikro
hinreichend verengen, das Mikrometer als Object ein
und, indem man verschiedene Theile desselben durch das
sichtsfeld führt, beobachten, ob stets gleich viele Lin
stücke des Mikrometers auf einmal gesehn werden. Ist d
nicht der Fall, so mufs die Schraube als unbrauchbar
worfen werden. Eine ähnliche Prüfung mufs man auch
den erwähnten Gittern vor ihrem Gebrauche vornehmen,
auch hier der Werth aller Gitterfächer nicht nur gleich g
sondern auch im wahren Mafse, z. B. in Linien, bek
seyn mufs. Da aber für jede Vergröfserung des Mikroskops
ser Werth des Gitterfaches ein anderer ist, so mufs der
für jede Vergröfserung besonders bestimmt werden.

BESECKE bediente sich zum Messen der durch das
kroskop gesehenen Gegenstände einer Fläche von 6 Zoll L
und 5 Zoll Breite, die in Quadratzolle und Quadratlinien
getheilt war. Diese Fläche wird in einerlei Horizon

1 System. of Optics. 1740. p. 288.

2 Beschreibung zweier zusammengesetzter Mikroskope. A
1769.

mit den Objecten gebracht. Das linke Auge betrachtet egenstand durch das Mikroskop, während das unbe- e rechte auf die getheilte Fläche sieht. Auf diese Weise nan das vergrölserte Bild mit den Zollen und Linien iche vergleichen oder, wenn sich die vielen Linien nehr bequem abzählen lassen, mit dem Zirkel messen die Zahl der Linien, die es einnimmt, bestimmen. nimmt er, wie oben Jurin, eine feine Drahtsaite zu Indem er eine solche um eine Nadel wand, fand er, Gewinde auf einen Zoll gehn, so dafs daher der esser des Drahtes $\frac{10}{81}$ oder nahe 0,124 Linien betrug. er dann ein Stück dieses Drahtes unter das Mikroskop , fand er, dafs die Breite desselben auf der getheilten 23 Linien einnahm. Daraus folgt die Vergrölserung roskops $\frac{23}{0,124} = 185$. Betrachtet man demnächst, bei derter Stellung des Mikroskops, einen andern Gegen- z. B. ein Menschenhaar, und findet man, dafs dessen auf der getheilten Fläche 5,75 Lin. einnimmt, so er- n daraus den wahren Durchmesser des Haars gleich 0,031 Linien. Dabei mufs bemerkt werden, dafs diese erung für jede Stellung des Mikroskops und für jedes sonders bestimmt werden mufs[1].

n Schlusse dieses Gegenstandes wird es angemessen och einiges über die Beleuchtung des Innern des Fern- nzuzufügen, die für alle Mikrometer bei nächtlichen tungen unentbehrlich ist, blofs das Kreismikrometer nmen. Gewöhnlich gebraucht man dazu eine ebene , die in ihrer Mitte eine kreisrunde oder elliptische g nahe von der Gröfse des Objectivs hat. Diese Scheibe r das Objectiv auf das Fernrohr aufgesteckt und dann dem Objectiv zugewendeten Seite durch eine Lampe et, deren Licht von der Scheibe in das Innere des s reflectirt wird und daher die Fäden des Mikrome-

---

[1] eipziger Magazin zur Naturgeschichte. 1786. St. 1. Beobach- nd Entdeckungen aus d. Naturkunde. Von d. Berl. Ges. na- nde. Th. II. St. 1. N. 13.

Digitized by Google

ters sichtbar macht. Diese Scheibe läfst sich um eine
Axen drehn, um die Beleuchtung stärker oder schwäch
machen, wobei sie jedoch nicht zu schief gegen das Fe
gestellt werden darf, weil man sonst durch die zu sch
Oeffnung der Scheibe nicht mehr die Gegenstände sehn
welche man durch das Fernrohr beobachten will.

Diese ältere Einrichtung hat das Unbequeme, dafs d
erhaltene Licht selten stetig und ruhig genug ist, wen
Flamme der Lampe durch den geringsten Luftzug flacke
dafs man für jede Stellung des Fernrohrs die Lampe
die Scheibe ebenfalls anders stellen mufs. Vortheilhafter
daher die Einrichtung, durch welche das Licht einer
jeden Luftzug geschützten Lampe durch eine Oeffnung
Fernrohrs zwischen Ocular und Objectiv in das Innere
selben gebracht und von einem kleinen Spiegel aufgefa
wird, der im Innern des Teleskops unter einem Winkel
45 Graden gegen die Axe des Fernrohrs aufgestellt ist, so
dann die von dem Spiegel reflectirten Strahlen in der R
tung dieser Axe fortgehn und das Innere des Rohrs hel
ten. Durch eine einfache Vorrichtung kann man jene
nung des Rohrs, durch die das Licht der Lampe auf
Spiegel kommen soll, verengen oder erweitern, um der
leuchtung verschiedene Grade der Intensität zu geben,
man versieht diese Oeffnung mit einem Schieber von
rern, mehr oder weniger tief gefärbten Gläsern, durch
man die Stärke des Lichts ebenfalls temperiren kann. B
sern Passageninstrumenten, Meridiankreisen und Aequat
ist diese Beleuchtungsart beinahe durchaus angebracht;
läfst auch sie noch manches zu wünschen übrig, da die
pfung des Lichtes doch nicht gänzlich in der Gewalt des
obachters ist und es bei den Beobachtungen sehr
schwacher Gegenstände, z. B. der neuen Planeten, der
Doppelsterne, der Nebelflecken u. s. w., schwer hält, da
nere des Rohrs genau so zu erleuchten, dafs man die
Fäden des Mikrometers und zugleich diese lichtschwach
stirne gleich gut sieht. Eine nur etwas zu schwache Bel
tung läfst in dem dunklen Felde des Fernrohrs die
Fäden nicht mehr erkennen und eine etwas stärkere, b
man die Fäden wohl sehr gut sieht, macht das lichtsch
Gestirn in dem hellen Felde des Rohrs verschwinden.

allen diesen Nachtheilen frei ist diejenige Beleuch-
die Fraunhofer bei seinen *Positionsmikrometern*
ht hat, bei welchen nämlich die Oeffnung des Fern-
lie das Licht der Lampe aufnimmt, um es auf den
zu senden, nicht zwischen dem Oculare und dem Ob-
wie zuvor, sondern zwischen dem Auge des Beob-
nd dem Brennpuncte des Fernrohrs angebracht wird,
der Regel mehr als eine, übrigens nur kleine Lampe
wird. Wenn bei der frühern Art das Innere des
leuchtet wird und die Fäden auf dem hellen Grunde
eldes ganz dunkel und schwarz erscheinen, so ist
theile hier das ganze Feld des Fernrohrs in Dunkel-
illt und die feinen Fäden sind es, die auf ihrer vor-
m Auge zugewendeten Seite hell beleuchtet erschei-
dafs man also bei dieser Einrichtung stets die Fä-
den Gegenstand zugleich mit derselben Schärfe sehn

L.

Mikroskop.

rgröfserungsglas; *Microscopium, En-
um;* Microscope; *Microscope.*

wird bekanntlich das optische Instrument genannt, wel-
Bestimmung hat, kleine Gegenstände, die man mit
ge nicht mehr gut erkennen kann, noch deutlich zu
er Erfinder dieses Instruments ist nicht mehr mit Be-
t anzugeben. Wahrscheinlich folgte diese Erfindung
Fernrohrs (Teleskops) schon in kurzer Zeit, das
n Ende des 16. Jahrhunderts. Borellus[1] schreibt
harias Jansen zu Middelburg die Erfindnng des
zu, der das erste dieser Instrumente im J. 1590
haben soll, und nach demselben Schriftsteller soll
. Jansen, gemeinschaftlich mit seinem Sohne Johann,
uf auch das Mikroskop erfunden haben. Huygens
chert in seiner Dioptrik, dafs das Mikroskop im J.
h ganz unbekannt gewesen sey und dafs man erst im

[1] vero telescopii inventore. Haag 1655.

Digitized by Google

J. 1621 bei Cornelius Drebbel in England die erste strumente dieser Art gesehn habe.

Uebrigens kann man, wie bekannt, auch einfache L oder kleine Kugeln von Glas als Mikroskope gebrauchen diese einfache Art von Mikroskopen, zu welcher also unsere gewöhnlichen Brillen gehören, war gewifs den Griechen und Römern schon bekannt. Die *eigentlichen len* nämlich kamen bereits im 13. Jahrhunderte in Geb um sich nämlich derselben fortwährend bei gewissen Ge ten, z. B. beim Lesen oder Schreiben, zu bedienen. D ste bestimmte Nachricht von den Brillen wurde in eine J. 1299 verfafsten Manuscripte gefunden[1]. Dafs aber die Alten die Brillen gebraucht haben sollen, wie mehre haupten wollten, ist durchaus nicht zu beweisen. Die Stelle Plautus und Plinius[2] sind offenbar mifsverstanden wo Diese in so hohem Grade nützliche Erfindung würde g war sie einmal gemacht, nie wieder verloren gegangen da sie unsern edelsten Sinn so mächtig unterstützt, uns so traurigen Unthätigkeit des höheren Alters befreit sonders den wissenschaftlichen Mann zu einer Zeit, w die Natur schon zu verlassen scheint, wieder mit neuer gendlicher Kraft ausrüstet, um seine in dem Laufe eines zen Lebens mühsam gesammelten Erfahrungen zu ordne seine angefangenen Arbeiten zu vollenden. Wie wäre es lich, dafs in den sämmtlichen uns hinterlassenen Schrift Alten auch nicht eine einzige bestimmte Erwähnung grofsen, wohlthätigen Erfindung angetroffen werden kan dafs sogar das Andenken an sie, selbst unter den Schrift lern, die ihrer am meisten bedurften, so ganz verloren gangen seyn sollte!

Wenn aber auch die Alten den Gebrauch unserer e lichen Brillen nicht gekannt haben, so kann ihnen do Kenntnifs der Vergröfserung der Gegenstände durch Gl geln nicht abgesprochen werden. Seneca[3] sagt ausdrück dafs man durch hohle gläserne, mit Wasser gefüllte Ku

1 Vergl. Art. *Gesicht.* Bd. IV. S. 1414. Littrow's Dic Wien 1830. S. 425.

2 Hist. nat. L. VII. cap. 53.

3 Nat. Quaest. L. I. C. 6.

genstände gröfser und heller sieht. Zeigen doch die aus PHANES, aus dem ältern PLINIUS und aus LACTANTIUS rten Stellen, dafs den Alten die Brenngläser oder we- die Brennkugeln schon sehr bekannt gewesen sind[1]. inschneider der Griechen mufsten mit dem Gebrauche Glaskugeln bekannt gewesen seyn, da wir noch meh- beiten dieser Art besitzen, die dem unbewaffneten Auge lich, durch ein Mikroskop aber besehn sehr fein und usgeführt erscheinen[2]. So erzählen uns die Alten von likrographen, welche so klein schreiben konnten, dafs ie ganze Ilias in einer Nufsschale aufbewahrt werden

Auch haben wir mehrere ausdrückliche Zeugnisse n angeführten von PLUTARCH, JAMBLICHUS, AGEL- ISIDIAS u. A. dafür, dafs die Alten die Vergröfserung nstände durch Glaskugeln kennen mufsten. Und sagt nicht ausdrücklich: *Literae quamvis minutae et obscurae eam pilam aquâ plenam majores clarioresque cernun-* ist sonderbar, dafs diese Stelle ihren Verfasser eben- , als alle seine Leser, auf die Erfindung der Brillen sen und Schreiben geführt hat, da er doch ausdrück- Vergröfserung der Buchstaben als Beispiel anführt, spricht nur von einer gläsernen *pila*, von einer glä- Kugel, und eine solche kann man allerdings nicht zum Gebrauche beim Lesen oder Schreiben anwenden. noch übrig, zuzusehn, ob man nicht durch Kugelab- durch Linsen von Glas, dieselbe Wirkung hervor- kann. Allein daran dachte keiner von den Alten. chritt, von der Kugel zu dem Kugelsegment, wurde er Mitte des eilften Jahrhunderts von ALHAZEN ge- id auch dann noch wie unvollkommen! In seinem Werke, das bekanntlich im 13. Jahrhunderte in dem ITELLIO einen so wackern Commentator gefunden hat, ALHAZEN zuerst von solchen Kugelsegmenten, die, ah, die Gegenstände ebenfalls vergröfsern. Allein bei ersuchen legte er diese Segmente immer unmittelbar Gegenstände, auf die Blätter des Buches, dessen en er vergröfsert sehn wollte, und weder er, noch

---

rgl. *Brennglas* Bd. I. S. 1205.
ist. de l'Acad. des Inscript. T. I. p. 333.

Digitized by Google

der grofse Roger Baco (der im J. 1294 starb) kam auf
Einfall, diese Kugelstücke auch von dem Blatte zu entfer
und zuzusehn, welche Wirkung sie dann äufsern wü
Und so blieb die herrlichste Erfindung, durch die sich
leicht der Mensch am meisten bereichert hat, bis in den
fang des 17. Jahrhunderts verborgen, um dann einem Z
dem blinden Spiele zweier Knaben eines Glaskünstlers,
Entstehung zu verdanken[1].

Das Teleskop wurde bekanntlich gleich nach seiner
findung zu wissenschaftlichen Zwecken angewendet und
lilei lehrte uns schon in den ersten Jahren nach jener E
che einen ganz neuen Himmel kennen. Das Mikroskop
wurde erst später zu eigentlich scientifischen Absichten
braucht. Einer der ersten, der dasselbe zu solchen Zwe
zu verwenden suchte, war Stelluti, welcher im J.
seine mikroskopischen Untersuchungen über einige Theile
Körpers der Bienen herausgegeben hat. Allein diese Beob
tungen, wie die meisten andern dieser Art bis zur Mitte
18. Jahrhunderts, wurden nur mit dem sogenannten einfa
Mikroskope d. h. mit einzelnen Glaslinsen gemacht, dem
aus mehrern solchen Linsen erbaute oder das sogenannte
sammengesetzte Mikroskop war, obschon es bereits um
J. 1650 in allgemeinerm Gebrauch kam, lange hin noch zu
vollkommen, um wissenschaftliche Zwecke wesentlich zu
dern. Die ersten grofsen Bereicherer unserer Kenntnis
Gegenstände in der mikroskopischen Welt, Leeuwen
Swammerdam, Lyonet und Ellis, bedienten sich bei
ren Untersuchungen beinahe durchaus nur jener einfachen
kroskope, d. h. einfacher, stark convexer *Glaslinsen* und
kleiner *Glaskugeln*. Wegen dieser starken Convexität
auch die Vergröfserung dieser Linsen sehr stark, aber
war auch das Gesichtsfeld derselben so klein und die
leuchtung der dadurch beobachteten Gegenstände so sch
dafs es wohl grofse Uebung und unermüdliche Ausdau
fordert haben mochte, mit einem so unvollkommenen W
zeuge eine so grofse Reihe wichtiger Entdeckungen zu s
meln, wie wir den genannten Männern in der That verd

---

1 Ueber die Erfindung dieser zwei Instrumente s. Smith's
tics; Priestley's History of Light; Jones Appendix to an Essay

Die ersten *zusammengesetzten Mikroskope* von bedeuten-Werthe wurden von Hooke, Divini und Bonnani ver-. Das Mikroskop, dessen sich Hooke bediente[1], hatte ll Durchmesser und 7 Z. Länge und bestand aus 3 Glas-, die in 4 Zugröhren gefafst waren. Die des Eusta-Divini hatten vier planconvexe Linsen und die Ocular-hatte einen Durchmesser von mehr als drei Zoll. Ganz ngen hatte das Rohr 16 Zoll Länge und die Vergröfse-der Gegenstände konnte mit dem schwächsten Oculare im Durchmesser getrieben werden[2], mit dem stärksten e aber bis 143, so dafs also bei dieser Einrichtung die ive nicht geändert wurden, um andere Vergröfserungen alten. Philipp Bonnani gab seinen Bericht über die hm verfertigten Mikroskope im J. 1698, die aus drei bestanden. Die Einrichtung, welche diese drei Künst-esem Instrumente gegeben haben, ist im Allgemeinen unsere Zeiten beibehalten worden, mit dem Unter-, dafs man die Vergröfserung in dem Wechsel der Ob-angebracht hat. Nach ihnen suchte man, von New-geregt, der an der Verfertigung dioptrischer Fernröhre ben verzweifelte und sich daher zu den Spiegelte-n wendete, dasselbe Princip der Metallspiegel auch auf roskope anzuwenden. Dadurch wurde ein Stillstand Vervollkommnung der Mikroskope herbeigeführt, der ein halbes Jahrhundert währte. Robert Barker besonders solche reflectirende Mikroskope erzwingen, an fand sie unbequem und an Lichtmangel leidend, da-nicht in Aufnahme kamen. Nicht besser ging es mit flectirenden Mikroskopen, die Smith verfertigte, die er wie er selbst gesteht[3], nie vollendete.

Micrographia. Lond. 1656.

Also in der Oberfläche auf 1681. Man pflegt noch immer bei open die Vergröfserung in Beziehung auf die Oberfläche der lude zu nehmen, während man sie doch bei den Teleskopen Beziehung auf den Durchmesser derselben nimmt. Wir wollen e Art sich auszudrücken für beide Instrumente beibehalten, chförmigkeit wegen und um unnöthige grofse Zahlen zu ver-. Demnach wird ein Mikroskop, das 1000mal vergröfsert, nach her üblichen Bezeichnung die Vergröfserung von 1000000 oder er Million haben.

Dessen Optic p. 94.

Digitized by Google

Im Jahre 1738 erfand Lieberkühn das *Sonnen*-
skop. Die ungeheuern Vergrößerungen, die man dadurch
hielt, und die Darstellung der kleinsten Objecte im colo
Maßstabe weckten das Vergnügen, welches die Naturf
früher durch dieses Instrument genossen hatten, wied
seinem Schlummer, und besonders die Untersuchunge
die Polypen, die Trembley, Baker, der ältere Ada
Joblot angestellt und in eignen Werken bekannt g
hatten, gewannen dem Instrumente eine grofse Anzahl
Freunde um so mehr, da nun auch diese neue Art v
kroskopen von verschiedenen Künstlern in Menge ver
wurden. Die Dinge, die man von nun an sah oder z
glaubte, gaben zu gar manchen Ausschweifungen der E
dungskraft Veranlassung, die Kepler schon früher *era*
tiones ingenii genannt hatte, obschon er selbst sich de
öfter, als er sollte, zu überlassen pflegte. Hierher g
z. B. Needham's sonderbare Visionen der vegetativen
und der Vitalität der Natur und auch die organischen
cülen Büffon's, der die aus der Verwesung animalis
stanzen entstehenden mikroskopischen Thierchen mit d
gentlichen Spermatozoen verwechselte und über beide
sinnreiche Theorieen auf seine glänzende Manier vorz
wufste, obgleich er, wie ihm schon der grofse Hall
warf, keine von beiden selbst gesehn, wenigstens nicht
tig gesehn haben konnte. Aufs Neue wurde das un
Asche glimmende Feuer angeblasen, als Hill in Eng
J. 1770 seine mikroskopischen Untersuchungen über d
struction der verschiedenen Holzarten herausgab, bev
als der ältere Adams und Cumming eine eigene Masch
funden hatten, um damit das Holz nach allen Richtu
sehr dünne Lamellen zu schneiden. Derselbe Adams
im J. 1771, in der 4ten Ausgabe seiner Mikrographie, d
nenmikroskop mit der *Camera obscura* zu verbinden
selbe zur Nachtzeit durch eine Lampe zu erleuchten,
dem Instrumente neuerdings viele Freunde gewonnen
die, wenn auch nicht die Wissenschaft erweitern, doch
nigstens sich selbst in den langen Winterabenden eine
reiche Erheiterung verschaffen wollten. Einige Jahre
zeigten Aepinus, Ziehr und besonders Martin, wie
durch Hülfe von Spiegeln das Sonnenmikroskop auch

suchung opaker Gegenstände vortheilhaft anwenden kön-
o dafs man die Bilder derselben auf der Oberfläche eines
ns nicht nur stark vergrösert, sondern auch in ihrem
o Farbenschmelze sehn konnte. Im Jahre 1774 erfand
ER ADAMS, der Sohn des Vorhergehenden, das *Lucer-*
Microscope, welches dieselben Dienste für opake Gegen-
noch besser leistet und dabei das Auge viel weniger
ngt, als jenes. Im Jahre 1777 publicirte DELLEBARRE[1]
neuen Verbesserungen an dem Mikroskope, die von der
kad. der Wiss. mit vielem Pomp angekündigt wurden,
ie Sache selbst wohl nicht weiter förderten. Auch der
erwähnte AEPINUS legte der Akademie zu Petersburg
1784 seine sogenannte Entdeckung eines neuen Mikro-
vor, die aber blofs in der damals schon bekannten An-
ng eines gewöhnlichen achromatischen Fernrohrs zu mi-
pischen Zwecken bestand. Jedes kleinere Fernrohr die-
kann man in ein Mikroskop verwandeln, wenn man
jectiv weiter von dem Oculare entfernt. Die Botani-
dienten sich dieses Mittels, um kleine Pflanzen in dich-
büschen leichter zu erkennen und aufzufinden. Einen
ähnlichen Einfall brachte im ersten Decennium dieses
nderts ein gelehrter Optiker in Wien zu Markte, der
ehrt das Mikroskop auf das Fernrohr angewendet wissen
und mit vieler Selbstgefälligkeit seine Erfindung, die
leskope HERSCHEL's zu verbessern, vortrug, indem
der bisher gewöhnlichen Oculare derselben ein zu-
ngesetztes Mikroskop substituirte, doch ohne uns zu
wie man den dabei unvermeidlichen Mangel an Licht
n soll.

icht sowohl in der Construction, als vielmehr in der
en Ausführung der schon früher gegebenen Einrichtung
besonders die grofsen englischen Künstler RAMSDEN
OLLOND das Mikroskop wesentlich zu verbessern ge-
Die letzten Verbesserungen aber haben diese Instru-
erst in unsern Tagen durch FRAUNHOFER in Mün-
durch PLÖSSL in Wien und durch AMICI in Modena
n, wie wir weiter unten näher sehn werden.

Wir gehn nun zu der Beschreibung der verschiedenen

[1] Mémoire sur les différences de la construct. du Microscope.

Digitized by Google

Gattungen von Mikroskopen über und betrachten unter ... zuerst das *einfache Mikroskop*, welches, wie bereits ... nur aus einer einzigen Linse oder auch aus einer ... Kugel von Glas oder einer andern durchsichtigen Materie ...

Um diese und die folgenden Betrachtungen mit ... thigen Kürze und Präcision darzustellen, wollen wir ... analytische Bezeichnungen voraussenden, die ihre Er... in Littrow's *Dioptrik* (Wien 1830) und zum Th... schon im Artikel *Linsenglas* finden.

Es seyen also a und α die beiden Vereinigungsw... ner biconvexen Linse oder es sey a die Entfer... leuchtenden Punctes und α die Entfernung des Bil... ses Punctes von dem Mittelpuncte der Linse, deren ... wir hier als sehr klein gegen jene Entfernungen ... men. Ferner seyen f und g die Halbmesser der beid... gelflächen, welche die Linse an beiden Seiten begren... die Brennweite der Linse und n gleich dem Verhält... Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des gebroche... kels, so dafs man nach den ersten Elementen der Op... Gleichungen hat

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{\alpha}=(n-1)\left(\frac{1}{f}+\frac{1}{g}\right)$$

und für $a=\infty$, wo $\alpha=p$ wird,

$$\frac{1}{p}=(n-1)\left(\frac{1}{f}+\frac{1}{g}\right).$$

Wie die Gröfsen und Zeichen dieser Formeln sich ... wenn eine oder beide Flächen der Linse concav sind ... wird in dem angeführten Artikel gezeigt.

Sey nun ferner x der Halbmesser der Oeffnung der ... und x′ der Halbmesser des Strahlencylinders in der Nä... Auges, m die Vergröfserungszahl und φ der Winkel, ... welchem die beiden äufsersten Strahlen des leuchtend... jects im Mittelpuncte der Linse sich schneiden. Nen... denjenigen Lichtstrahl, der von dem höchsten oder ... Puncte des leuchtenden Objects durch die Mitte der ... Linse geht und daher von dieser keine Brechung erleid... *Hauptstrahl* und trifft dieser Hauptstrahl die zweite, ... u. s. w. Linse in einem Puncte, dessen Entfernung von d...

1 S. Art. *Linsenglas*. Bd. VI. S. 881 fg.

ısen z', z'', z'''... ist, so kann man, wenn p', p'', p'''.... ınweiten dieser Linsen sind, annehmen $z' = w' p'$, $p'', z''' = w''' p'''$ u. s. w., wo bekanntlich w', w'', w''.. eigentliche Brüche sind, welche die Gröfse $\frac{1}{4}$ nicht ersteigen können[1].

ımmt man dann die Gröfsen μ, ν, ϱ, σ, τ durch folusdrücke:

$$\frac{(4n-1)}{n-1)^2(n+2)}; \quad \nu = \frac{4(n-1)^2}{4n-1}; \quad \varrho = \frac{4+n-2n^2}{2(n-1)(n+2)};$$

$$\frac{n(2n+1)}{2(n-1)(n+2)} \text{ und } \tau = \frac{n\sqrt{4n-1}}{2(n-1)(n+2)},$$

man die Gröfse λ durch die Gleichung

$$\sqrt{\lambda - 1} = \frac{\sigma - \varrho}{2\tau} = \frac{4(n^2-1)}{2n\sqrt{4n-1}},$$

hat man für den Halbmesser R der *Kugelabwei-*ei einer einzigen Linse

$$R = \frac{\alpha x^3}{4p} \cdot \frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\alpha}\right),$$

e Linse als gleichseitig oder $f = g = \frac{2p}{\varrho + \sigma}$ angenom-l. Die Gröfsen μ, ν, ϱ, σ, τ und λ findet man für rth von n aus der folgenden Tafel.

n	μ	ν	ϱ	σ	τ	λ
1,3	2,298	0,086	0,970	2,364	1,346	1,268
1,4	1,476	0,139	0,544	1,956	1,104	1,409
1,5	1,071	0,200	0,286	1,714	0,958	1,555
1,6	0,833	0,267	0,111	1,555	0,861	1,704
1,7	0,680	0,338	—0.015	1,444	0,790	1,852
1,8	0,574	0,413	—0,112	1,362	0,737	1,999

leinstmögliche Kugelabweichung mufs man bekannt-1 setzen, und dann erhält man zur Bestimmung der er f und g der Linse die beiden Gleichungen

$$\frac{1}{f} = \frac{\varrho}{a} + \frac{\sigma}{\alpha} \text{ und } \frac{1}{g} = \frac{\varrho}{\alpha} + \frac{\sigma}{a}.$$

---

[1] ттrow Dioptrik. S. 176.

Art. *Linsenglas.* Bd. VI. S. 396. Littrow Dioptrik S. 62. u. 65.

Digitized by Google

Bezeichnet man dann für mehrere auf derselben Axe aufgestellte Linsen die Vereinigungsweiten a und α, die Brennweiten p und die Vergrößerungszahlen m bei der zweiten Linse durch a', α', p' und m', bei der dritten Linse durch a'', α'' und m'' u. s. f., so hat man[1] aus ganz einfachen geometrischen Betrachtungen die zwei folgenden Systeme von Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} m' &= \frac{\alpha}{a'} \\ m'' &= \frac{\alpha\,\alpha'}{a'\,a''} \\ m''' &= \frac{\alpha\,\alpha'\,\alpha''}{a\,a'\,a'''} \text{ u. s. w.} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (I)$$

und ebenso

$$\left.\begin{aligned} p'\,w' &= (\alpha + a')\,\varphi \\ p''\,w'' &= \left(\frac{\alpha\,\alpha'}{a'} - a''\right)\varphi + a''\,w' \\ p'''w''' &= \left(\frac{\alpha\,\alpha'\,\alpha''}{a'\,a''} + a'''\right)\varphi + a'''(w'' - w') \\ p^{\mathrm{v}}w^{\mathrm{v}} &= \left(\frac{\alpha\,\alpha'\,\alpha''\,\alpha'''}{a'\,a''\,a'''} - a^{\mathrm{iv}}\right)\varphi + a^{\mathrm{iv}}(w''' - w'' + w') \text{ u. s. w.} \end{aligned}\right\} \ldots$$

und dann wird man endlich auch für den Halbmesser der Kugelabweichung haben

für eine Linse

$$R = \frac{a\,x^3}{4\,p} \cdot \frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\,\alpha}\right),$$

für zwei Linsen

$$R = \frac{\alpha\,x^3}{4\,p'}\left[\frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\alpha}\right) + \frac{\mu'}{p}\left(\frac{\lambda'}{p'^2} + \frac{\nu'}{a'\,\alpha'}\right)\right] \text{u. s. f.}$$

Die vorhergehenden, aus den Elementen der Dioptrik hergeleiteten Ausdrücke werden genügen, die vorzüglichsten Eigenschaften der Mikroskope zu entwickeln.

I. Einfaches Mikroskop.

Um daher, unserer Absicht gemäfs, zuerst das einfache Mikroskop oder die sogenannte *Loupe* näher zu betrachten

1 Littrow Dioptrik. S. 197.

n wir die Bemerkung voraussenden, dafs man auch hier, ei den Fernröhren, einen Gegenstand nur dann deutlich tann, wenn die Strahlen, die von jedem Puncte desselsgehn, das Auge des Beobachters in unter sich paralRichtungen treffen, und dafs daher, bei einer einzigen ten Linse, der Gegenstand in dem Brennpuncte der und das Auge auf der andern Seite derselben liegen Man nimmt gewöhnlich an, dafs ein wohlgebautes Menuge, ohne künstliche Bewaffnung, die kleinsten Theile Gegenstandes dann am deutlichsten sieht, wenn es von ben 8 par. Zoll absteht. Wir wollen diese Entfernung eutlichsehns überhaupt durch h bezeichnen. Demnach lso auch bei dem Mikroskope, wie bei dem Fernrohre, *rgröfserung* m gleich seyn dem Winkel, unter welchem nchmesser eines Gegenstandes in dem Mikroskope er-, dividirt durch den Winkel, unter welchem es dem ffneten Auge in der Entfernung von h Zollen erscheiürde. Daraus folgt, dafs die Vergröfserung m des Gedes durch eine einzige Linse seyn wird

$$m = \frac{h}{p}.$$

r die Brauchbarkeit und Güte eines Mikroskops nicht urch die Vergröfserung desselben, die man leicht ins iche treiben könnte, sondern auch durch die Helligkeit, elcher der Gegenstand gesehn wird, bestimmt werden und da diese Helligkeit mit dem Halbmesser x' des ncylinders in der Nähe des Auges und zwar, da hier ier Fläche die Rede ist, mit dem Quadrate dieses Halbwachsen und abnehmen wird, so hat man, wenn w lbmesser der Pupille des Auges bezeichnet,

$$\frac{\text{Helle durch das Mikroskop}}{\text{Helle mit freiem Auge}} = \left(\frac{x'}{w}\right)^2.$$

man, wie gewöhnlich, die Gröfse $w = \frac{1}{10}$ Zoll, so hat wenn man die Helle, unter welcher der Gegenstand eien Auge erscheint, als Einheit annimmt,

Helle durch das Mikroskop $K^2 = (20\,x')^2$.

lbmesser R der Kugelabweichung ist (nach den Glein III)

$$R = \frac{\alpha x^3}{4p} \cdot \frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\alpha}\right)$$

Digitized by Google

oder da p bei einer einzigen Linse gleich der ersten V
nigungsweite a ist,

$$R = \frac{x^3}{4} \cdot \frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\alpha}\right).$$

Den Erfahrungen zufolge kann bei Mikroskopen ein
von 10 bis 12 Secunden im Winkel ohne merkliche S
ertragen werden. Nennt man also $\frac{1}{4g^3}$ den Halbmess
Kugelabweichung, so kann man $\frac{1}{4g^3} = \text{Sin. } \sigma''$ setze
aus sofort folgt

$$g^3 = \frac{1}{4 \text{ Sin. } \sigma''} \text{ oder } g = 20'',5.$$

Setzt man also $R = \frac{1}{4g^3}$ und die letzte Vereinigung
$\alpha = \infty$, wie es die Natur der Aufgabe erfordert, so hat

$$x = \frac{p}{g}\sqrt[3]{\frac{1}{\mu\lambda}} = \frac{h}{mg}\sqrt[3]{\frac{1}{\mu\lambda}}.$$

Für $n = 1{,}55$ giebt die vorhergehende Tafel $\mu = 0{,}9$
für eine gleichseitige Linse $\lambda = 1{,}63$. Setzt man
runden Zahlen $h = 8$ Zoll und $g = 20$ Secunden,
man

$$x = \frac{0{,}3472}{m} \text{ Zoll.}$$

Sollte aber die Kugelabweichung ein Kleinstes seyn, so
man, nach dem Vorhergehenden, $\lambda = 1$ annehmen, fü
chen Fall man daher hat

$$x = \frac{0{,}4086}{m} \text{ Zoll.}$$

Für die Krümmungshalbmesser der gleichseitigen Lins
man, nach dem oben Gesagten,

$$f = g = \frac{2p}{\sigma + \varrho} = \frac{p}{0{,}909} = \frac{8{,}8}{m} \text{ Zoll.}$$

Ueberhaupt aber hat man, auch für ungleichseitige Lins
die Krümmungshalbmesser die Ausdrücke

$$\frac{1}{f} = \frac{\varrho}{a} + \frac{\sigma}{\alpha} + \frac{\tau}{p}\sqrt{\lambda - 1},$$

$$\frac{1}{g} = \frac{\varrho}{\alpha} + \frac{\sigma}{a} - \frac{\tau}{p}\sqrt{\lambda - 1}.$$

r die Kugelabweichung ein Kleinstes seyn, so hat
= 1 zu setzen oder es ist für diesen Fall

$$\frac{1}{f} = \frac{\varrho}{a} + \frac{\sigma}{\alpha} \text{ und } \frac{1}{g} = \frac{\varrho}{\alpha} + \frac{\sigma}{a}.$$

bei einer einzigen Linie $a = p$ und $\alpha = \infty$ ist, so
e letzten Gleichungen

$$f = \frac{p}{0{,}191} = \frac{41{,}93}{m} \text{ Zoll und}$$

$$g = \frac{p}{1{,}627} = \frac{4{,}92}{m} \text{ Zoll.}$$

werden demnach die beiden Halbmesser der Linse
. Um noch die Helligkeit des durch diese Linse be-
n Objectes zu bestimmen, so kann man wegen der
uszusetzenden Kleinheit der Linse den Durchmesser
s Auge tretenden Strahlencylinders gleich dem Durch-
er Linse selbst setzen, so dafs also $x' = x$ wird, und
das Mafs der Helligkeit gleich $K = 20\,x$.

gleichseitige Linsen war $x = \frac{0{,}3472}{m}$, also auch
$\frac{34}{n}$, wofür man nach dem Vorhergehenden eigent-
Quadrat dieses Ausdruckes zu setzen hat, so dafs
$\frac{1{,}16}{n^2}$ ist. Ist daher die Vergröfserung der Linse auch
ch der Zahl 7, so ist K^2 schon nahe gleich der Ein-
r die optische Klarheit ist der natürlichen des freien
leich. Für stärkere Vergröfserungen nimmt die opti-
rheit immer mehr ab, und darin besteht auch einer
entlichsten Nachtheile der einfachen Mikroskope, sie
lle an Mangel der Beleuchtung und man mufs ihnen
urch von Seitenspiegeln reflectirtes Licht nachzuhelfen
wie bekannt.

gende kleine Tafel giebt die Brennweite p, die Halb-
, g, die halbe Oeffnung x in Pariser Zollen ausge-
nd die Helligkeit oder die Gröfse $K = 20\,x$ für eine
bei welcher die Kugelabweichung ein Kleinstes oder
st.

Digitized by Google

Vergrö-fserung	Brenn-weite	Halbmes-ser		Halbe Oeffnung	Mafs der Helle
m	p	f	g	x	K
10	0,8	4,19	0,49	0,04	0,8
20	0,4	2,10	0,25	0,02	0,4
40	0,2	1,05	0,12	0,01	0,2
80	0,1	0,52	0,06	0,01	0,1
100	0,08	0,42	0,05	0,004	0,08
140	0,06	0,30	0,03	0,003	0,06

Man sieht daraus, dafs man mit einer einzigen Linse leicht eine Vergröfserung von 140 übersteigen darf, wel Halbmesser f, g und die halbe Oeffnung x zu klein w und besonders weil die Helle bei stärkeren Vergröfse gar zu sehr abnimmt.

Es wurde bereits oben erwähnt, dafs die früheren achter Leeuwenhoek, Swammerdam u. A. sich statt einfachen Linsen kleiner Glaskugeln bedienten; für solche geln hat man[1] zwischen dem Halbmesser f und der weite p der Kugel folgende Gleichung

$$p = \frac{(1 - \frac{1}{2}n).f}{n - 1}.$$

Um die Vergröfserung m zu erhalten, ziehe man von den Endpuncten des Objects nach dem Mittelpuncte der gel zwei gerade Linien, so werden diese die ungebr durchgehenden Hauptstrahlen jener zwei Endpuncte vo len, weil sie in der Richtung des Halbmessers, also recht auf die Oberfläche der Kugel einfallen. Das Auge, ches hier ohne merklichen Fehler bei einer so kleinen in dem Mittelpuncte derselben angenommen werden kann, pfängt diese beiden Strahlen unter dem zu der Entf a + f gehörenden Winkel, wenn a die Entfernung des O von der ihm nächsten Oberfläche der Kugel bezeichnet, dafs man daher hat

$$m = \frac{h}{a + f},$$

wo wieder h acht Zoll bedeutet. Da aber das Object Deutlichsehen in dem Brennpuncte der Kugel liegen

1 S. Art. *Linsenglas* Bd. VI. S. 384., wenn man die dort geb Bezeichnung μ in unsere $\frac{1}{n}$ verwandelt.

eyn mufs, so hat man, mit Berücksichtigung des vor-
nden Werthes von p

$$m = 2(n-1)\frac{h}{nf} \text{ oder } m = (2-n)\frac{h}{na}.$$

man nun, nachdem so der Werth von m bekannt ist,
tere Entwickelung ganz auf demselben Wege, wie so
die einfache Linse gezeigt worden ist, so erhält man,
mit der vorhergehenden, die folgende, für kleine Glas-
bestimmte Tafel[1]:

Distanz des Objects	Halbmesser der Kugel	Halbmesser der Oeffnung der vordern	Halbmesser der Oeffnung der hintern	Halbes Gesichtsfeld	Mafs der Helle
0,23	0,57	0,010	0,050	0,020	1,00
0,12	0,28	0,010	0,020	0,010	0,50
0,08	0,19	0,005	0,020	0,005	0,33
0,06	0,14	0,003	0,013	0,004	0,25
0,05	0,11	0,003	0,010	0,003	0,20

Zahlen, die der ersten und letzten Columne ausge-
, in Pariser Zollen ausgedrückt sind. Vergleicht man
en Tafeln unter einander, so sieht man, dafs die Helle
Kugeln gröfser ist, als bei den Linsen, so lange näm-
Vergröfserung nicht zu stark ist, dafs aber, wie die
olumne der zweiten Tafel zeigt, bei den Kugeln die
zu nahe an die Kugel gebracht werden müssen, wel-
Folge hat, dafs die einzelnen, nicht in einer Ebene
Theile des Objects undeutlich erscheinen. Auch
, dafs das Gesichtsfeld bei den Kugeln sehr klein
alles mit den Beobachtungen und mit den Klagen
achter über diese Kugeln übereinstimmt.

dem Vorhergehenden ist klar, dafs die Vergröfserung
e eines solchen einfachen Mikroskops nicht blofs von
messern, von der Brennweite der Linsen und von
rt, d. h. von dem Werthe der Gröfse n, sondern
der Güte und von der Kurz- oder Weitsichtigkeit
s des Beobachters abhängt, da die Gröfse h für ver-
Augen bald gröfser bald kleiner ist. Im Allgemei-
ie Vergröfserung bei derselben Linse für ein kurz-

[1] Euler Dioptrica Cap. I. Prob. IV.

sichtiges Auge stärker, als für ein weitsichtiges. Im gehören zu stärker vergrösernden Linsen oder Kug geringere Brennweiten und daher eine stärkere Annäher Objects an das Glas. Man hat in frühern Zeiten sol fache Linsen häufig gebraucht, bei welchen die Verg im Durchmesser bis 200, also in der Fläche bis 40 und die Brennweite daher nicht einmal eine halbe p betrug. Immerhin wird man diejenigen Linsen vorzi welche die Fehler wegen der nothwendigen Kugelge nigstens so klein als möglich gemacht worden sind welche $\lambda = 1$ ist. Auch müssen die dem Deut schädlichen Randstrahlen durch eigene Fassungen di sen abgehalten und daher die *Oeffnungen* derselben genommen werden. Auf die Abweichungen wegen schiedenen Brechbarkeit der einzelnen Farben läfst s bekannt, bei einfachen Linsen keine Rücksicht ne diese Abweichungen nur durch die Verbindung meh sen weggebracht werden können. Um aber doch möglich, eine zu grofse chromatische Anomalie fern wird man am besten solche Stoffe zu den Linse welche die Sonnenstrahlen sehr stark brechen, aber Farben des Sonnenlichts nur sehr wenig zerstreuen. sem Grunde hat man diese Linsen oder kleinen Ku aus Glas, aus Edelsteinen zu machen gesucht und in der That viel vorzüglicher gefunden, wie wir werden. Folgende Tafel giebt die Gröfse n oder chungsverhältnifs, d. h. das Verhältnifs des Sinus des Ei kels zu dem des gebrochenen Winkels für mehrere S man zu solchen Linsen oder Kugeln verwenden kann, noch das Zerstreuungsverhältnifs m für die Farben beig so zu verstehn ist. Da jeder farbige Strahl des Sonnenli eigene Brechung hat, so sey n das Brechungsverh den gelben Strahl, der bekanntlich in der Mitte des spectrums liegt, und n′ das Brechungsverhältnifs d so wie n″ das des violetten Strahls. Dieses vor nennt man die Gröfse m oder

$$m = \frac{n'' - n'}{n - 1}$$

das Zerstreuungsverhältnifs wegen der Farben. Die Tafel giebt in ihrer ersten Columne die Dichte D m

genden die Verhältnisse n und m der Brechung und benzerstreuung.

	D	n	m		D	n	m
. . .	3,52	2,49	0,038	Salzsäre . . .	1,16	1,38	0,043
r . .	1,77	2,22	0,128	Sapphir . . .	4,00	1,79	0,026
nöl .	0,88	1,48	0,042	Topas, gelber	3,55	1,64	0,025
. . .	0,82	1,37	0,029	Beryll	2,65	1,60	0,037
. . . .	1,00	1,34	0,035	Flintglas . . .	3,72	1,64	0,050
lsäure	1,84	1,44	0,031	Kronglas . . .	2,52	1,54	0,036
äure	1,48	1,41	0,045				

ier Linse oder einer Kugel aus Glas oder Edelstein n auch eine mit Wasser oder Weingeist gefüllte kleine l, auch wohl selbst nur einen Wassertropfen gebrauen man in einem zu diesem Zwecke durchlöcherten ittchen aufgefangen hat.

es grofse Geschicklichkeit erfordert, so kleinen Lin- Schleifen und Poliren derselben auf Taffet eine voll- e sphärische Oberfläche zu geben, so hat man die er- kleinen Kugeln, selbst in den neuern Zeiten, vor- , so lange man nämlich bei den einfachen Mikro- ehn bleiben will. Schon der alte Hook verfuhr bei rfertigung dieser Glaskügelchen nicht unzweckmä- folgende Weise. Er zog einen feinen Glasstreifen ülfe einer Blaslampe in dünne Fäden aus und hielt Ende eines solchen Fadens über das Licht, bis es solches Kügelchen zusammenschmolz, dann wurde gelchen von dem Faden abgebrochen und in die kleine eines Metallplättchens so gesetzt, dafs die durch das- henden Lichtstrahlen den Punct der Kugel nicht tref- ten, in welchem es früher mit dem Glasfaden zusam- Zuweilen schliff er auch noch diesen Theil der in ab und polirte ihn dann auf die gewöhnliche Weise. re in Neapel brachte noch vollkommnere Kügelchen rt dadurch zu Stande, dafs er sie in kleine Höhlun- calcinirtem Trippel legte und sie dann durch das zum Schmelzen brachte, wo sie von selbst eine ganz nige Gestalt annahmen. Butterfield bildete sich einen Kugeln, indem er mit einer befeuchteten Nadel- was feinen Glasstaub aufnahm und denselben an einer

Digitized by Google

Spirituslampe schmelzen liefs. Wenn der der Nadelspitze näch
Theil des Glaskügelchens nicht vollkommen geschmolzen
so wurde die Kugel von der Nadelspitze abgenommen
nachdem die Spitze der Nadel wieder befeuchtet worden
auf der entgegengesetzten Seite der Kugel aufgesteckt und
Flamme wieder genähert, bis sie eine vollkommen sphäri
Gestalt erhielt. SIVRIGHT steckte kleine Glasstückchen in
nungen eines Platinblättchens, deren Durchmesser nur den
oder 20. Theil eines Zolls hatte, und liefs diese Glas
chen vor einem Löthrohre schmelzen, wodurch er seine
gelchen zugleich mit ihrer Fassung von Platin erhielt.
PHAN GREY fing, ganz einfach, Wasser mit Metallblätt
auf, die sehr kleine Oeffnungen hatten, BREWSTER that
selbe mit Oel und Firnifs. Nach dessen Meinung aber
doch die besten einfachen Mikroskope diejenigen, welche
stehn, indem man verschiedene Flüssigkeiten in kleine
pfen auf eine ebene Glasfläche giefst, wodurch man also
planconvexe Linsen erhält. Ebenso erhielt BREWSTER,
sagt, ganz vorzügliche Mikroskope, indem er die sphä
Krystalllinse aus den Augen der Elrize, des Bitterfisches
anderer kleiner Fische nahm, wobei man nur darauf zu
hat, dafs die Gesichtslinie des Beobachters zugleich in
Axe der Linse falle[1]. Für die besten einfachen Mikros
erklärt er aber doch noch immer diejenigen, deren Linse
Edelsteinen gemacht sind, besonders aus Granat, Sapphir
Diamant. BREWSTER war unseres Wissens der erste, de
diese Gattung von Mikroskopen aufmerksam machte[2].
solche Linsen, eine von Rubin und die andere von Gr
die er sich von dem Optiker HILL in Edinburg verfer
liefs, gaben dieselbe Vergröfserung, eine Glaslinse, ob
ihre Krümmung viel kleiner war, und da sie überdiefs
blauen Farben des Spectrums gänzlich absorbirten, so sa
durch sie die Gegenstände viel klarer und deutlicher, als
Glaslinsen. Diejenigen miskroskopischen Linsen von Sa
und Diamant, die jetzt PRITCHARD in London macht, s
an Vollkommenheit alle frühern einfachen Mikroskope
hinter sich zurück lassen. Der Diamant würde sich von

1 Edinburgh Journ. of Science. N. III. p. 98.
2 BREWSTER Treatise on new Philos. Instruments. Edinb. 18

Stoffen am besten zu diesem Zwecke eignen, da, wie
iergehende Tafel zeigt, sein Brechungsverhältnifs n
und seine Farbenzerstreuung so klein ist. Aber die-
stein ist selten ganz homogen und frei von der dop-
echung zu finden. Aus dieser Ursache ist der Sapphir
anwendbar, da seine doppelte Brechung so stark ist.
at scheint allen andern Edelsteinen vorzuziehn zu seyn,
n dieser doppelten Brechung ganz frei ist und über-
: einiger Umsicht leicht ganz rein und homogen er-
ird. Brewster besitzt zwei solche Mikroskope von
die der Optiker Adie verfertigte und die alle an-
er je gesehn, weit übertreffen sollen. Ihre Brenn-
nahe der 40ste Theil eines Zolls.

elbe Brewster hat auch eine *Halbkugel* als Mikro-
geschlagen, durch welche die Lichtstrahlen zweimal
1 und einmal, von ihrer Basis, reflectirt werden.
C diese halbe Kugel und O der leuchtende Punct, so Fig.
lie von diesem Puncte ausgehenden Strahlen an dem 287.
B der Kugelfläche gebrochen, in der Basis A C der
ire, wie von einem Spiegel, in den Puncten a, b, c
und an dem Theile B C der Kugelfläche zum zwei-
gebrochen, wo sie dann in unter sich parallelen
en nach a', b', c'.. in das Auge des Beobachters und
kommen, als ob sie in a, b, c nicht reflectirt wor-
dern als ob sie ganz durch die andere Hälfte A D C
l gegangen wären. Man erhält also dadurch eine dop-
größerung und bedarf keiner ganzen Kugel mehr, die
: in vollkommen sphärischer Form von unsern Künst-
rhalten ist.

.laston hat einen andern sinnreichen Vorschlag zur
ung der einfachen Miskroskope gemacht. Er stellte
zwei planconvexe Linsen von derselben Gröfse und
1 Metallblättchen A B, das in seiner Mitte, bei C, Fig.
förmige Oeffnung hatte, dessen Durchmesser nahe 288.
n Theil der Brennweite jeder der beiden Linsen be-
enn diese Oeffnung zwischen den beiden Linsen ge-
rt war, so fand er, dafs das Gesichtsfeld des so
eten Mikroskops volle zwanzig Grade betrug. Brew-
ht diese Einrichtung noch dadurch zu verbessern,

Digitized by Google

dafs er die erwähnte centrale Oeffnung bei C mit ei
ment ausfüllt, welches dieselbe brechende Kraft hat,
Masse der beiden Linsen, oder, wie er meint, besser
durch, dafs er eine Glaskugel ringsum in einem gröfs
gleichsam canalartig ausschleift, wo dann die Kugel
Fig. die Zeichnung ausgedrückte Gestalt erhalten wird,
289. den Canal ABCD die centrale Oeffnung der Kugel
wird, und er hält diese Form, gehörig in Granat
nicht nur bei einfachen, sondern selbst bei zusamme
Mikroskopen für die vortheilhafteste unter allen.

Je stärker übrigens die Vergröfserung ist, de
cher beleuchtet erscheint das Bild bei allen Mikrosk
mufs daher diesem Uebelstande durch künstliche M
helfen suchen. Für diaphane Objecte bringt man
Objecte einen kleinen Hohlspiegel an, um dadurch
besser zu beleuchten. Auch pflegt man an die F
Mikroskops selbst eigene, sehr kleine Hohlspiegel a
damit sie den Gegenstand seitwärts von oben
Dieses sind die sogenannten *Lieberkühn'schen* S
und sie leisten nicht nur bei opaken Gegenständen,
auch noch zu andern Zwecken, von welchen wir
ten sprechen werden, grofsen Nutzen.

Der vorhergehenden Theorie zufolge wird
des Beobachters in der Mitte der Linse vorausge
dieses in der Ausführung unmöglich ist, so mufs
wenigstens so nahe, als möglich, an diejenige Ob
Linse gebracht werden, die von dem Objecte abge
Dieses ist aber oft unbequem und selbst lästig. Man
bald bemerken, dafs bei gut eingerichteten Mikrosk
ren Oeffnung nicht gar zu klein ist, das Auge auch
was weiter von der Linse abstehn kann, ja dafs
das Object noch mehr vergröfsert erscheint, als wenn
ganz nahe steht, dafs aber auch zugleich das Gesich
in gröfserer Entfernung auch die Helligkeit des Bild
wird. Aus dieser Ursache pflegt man, um mit dersel
stärkere Vergröfserungen zu erhalten, sie an das E
hohlen Röhre zu befestigen, wo dann das Auge
achters an das andere Ende der Röhre gebracht wi
Röhre hält hier die störenden Seitenstrahlen ab, abe

Digitized by Google

d, wie gesagt, wird durch diese Entfernung des Auges Linse immer kleiner.

: Fassungen der einfachen Mikroskope bestehn gewöhn- bloſsen Ringen von Holz, Horn oder Metall, und sind nnt, als daſs sie hier umständlich angeführt werden Die gewöhnlichen Loupen bestehn aus einer gleich- Linse, wo der Halbmesser der Krümmung beider Flä- rselbe ist, damit man sie mit derselben Wirkung von eiten gebrauchen kann. Soll aber, zum wissenschaftli- brauche, die Kugelabweichung ein Kleinstes seyn, so n, wie wir oben gesehn haben, die Halbmesser der ng verschieden nehmen, wobei für die Ausübung zu n ist, daſs die convexere Seite immer gegen das Ob- endet werden soll. Häufig werden zwei und selbst solcher einfachen Linsen in einer einzigen Fassung , wo dann jede dieser Linsen eine eigene Brennweite gröſserung hat und man, je nach Bedürfniſs, bald , bald die andere, und bald auch mehrere zugleich ander gestellt, gebrauchen kann. Solche Loupen wer- öhnlich in Ringen gefaſst mit einem Handgriff und m gemeinschaftlichen Deckel zu beiden Seiten versehn. enschaftlichem Gebrauche versieht man diese Fassung hl mit einer feinen Zange oder mit einem in eine itze auslaufenden Stifte, um darauf kleine Insecten u. befestigen. Die kürzeste Brennweite, die man bisher roskopischen Glaslinsen gegeben hat, ist nahe $\frac{2}{3}$ einer ie, womit man die Vergröſserung bis etwa 240 im sser treiben kann. Wenn man stärkere Vergröſserun- scht, so muſs man Glaskügelchen oder Linsen aus en nehmen.

infache Mikroskope mit Doppellinsen.

der Gebrauch der einfachen Linsen, wie man gesehn r beschränkt ist, so hat man es versucht, zwei oder hrere derselben unmittelbar an einander zu fügen, so sich beinahe berühren und dadurch gleichsam die ner einzigen Linse vertreten. Diese Vorrichtung hat heile, daſs man für dieselbe Vergröſserung nicht mehr convexe Linsen gebraucht, die immer schwer zu l.

Digitized by Google

verfertigen sind; dafs ferner die Lichtstärke oder Helligkeit d
eine solche vielfache Linse viel gröfser ist, als durch eine einf
sehr convexe oder durch ein Glaskügelchen, und dafs e
auch die Kugelabweichung hier kleiner gemacht und die
benzerstreuung gänzlich weggebracht werden kann.

Diese einfachen Mikroskope unterscheiden sich vo
später zu betrachtenden zusammengesetzten dadurch, da
den einfachen, da die Linsen beinahe im Contact mit ein
sind, zwischen ihnen kein Bild des Gegenstandes, ent
kann, während das zusammengesetzte Mikroskop aller
solche Bilder zwischen den Linsen hat. Um von der
richtung eines solchen einfachen Mikroskops einen allgem
Fig. Begriff zu geben, seyen A, B die beiden einander sehr nahe
290. henden Linsen und O o das Object, welches man durch
Linsen betrachten will. Wenn dieses Linsenpaar in eine
che Entfernung von dem Objecte O o gestellt wird, da
von demselben auf die Linse A fallenden Strahlen durch
Linse so gebrochen werden, als kämen sie von den Punc
D und d her, und wenn sie dann von der zweiten Linse
neuerdings so gebrochen werden, dafs sie einem in L steh
den Auge von den Puncten E und e, und zwar aus
Entfernung L E, zu kommen scheinen, die der natürlic
Sehweite h des unbewafneten Auges gleich ist, so wird
dadurch den Gegenstand O o nicht nur deutlich, sondern
mehrmals vergröfsert sehn.

Chevalier hat diesen Mikroskopen eine sehr sinnr
Einrichtung gegeben, wodurch man den Gegenstand O
gleich auf einem matten Glase oder auf einem diaphane
piere sehn kann. Bei ihm sind die beiden Linsen A u
planconvex und so gestellt, dafs ihre convexen Seiten
wärts, zwischen A und B, gekehrt sind. Nach der Brec
durch die zweite Linse B fallen die Strahlen auf ein d
tiges, gleichschenkliges Prisma F G H, in welchem s
der mit Papier belegten Hypotenuse F H nach der Richtu
zurückgeworfen werden, so dafs man auf einem über G H
legten mattgeschliffenen Glase den Gegenstand sehn und be
abzeichnen kann. Man sieht ohne weitere Erklärung,
sich dasselbe Verfahren auch auf ein System von mehr
zwei nahe aneinander stehenden Linsen anwenden lassen
und dafs man überdiefs, um eine gröfsere Helle des Bild

Digitized by Google

das Object Oo durch zur Seite stehende Concav-
eleuchten kann.

auch auf solche Systeme die oben gegebenen theore-
ätze der Dioptrik anzuwenden, seyen A und B die Fig.
nsen, F ihr gemeinschaftlicher Brennpunct, d. h. der- 291.
nct, aus welchem die Strahlen divergirend so auf die
ie A aufzufallen haben, dafs dieselben, nach der Bre-
ırch die zweite Linse B, in unter sich parallelen
n in das Auge L kommen, weil das Auge nur sol-
ınstände deutlich sieht, von welchen die Strahlen in
Richtungen auf dasselbe gelangen. Behält man die
eführten Bezeichnungen bei, wo a, α und a', α' die
ereinigungsweiten der Linsen A und B und wo p, p'
weiten dieser Linsen bedeuten, so ist $a = AO$ und
, also auch $a < p$. Weiter hat man $\alpha = -a'$,
nd, da die Strahlen parallel in das Auge kommen
$= \infty$. Demnach hat man auch sofort für die Ver-
szahl m eines solchen Linsenpaars

$$m = \frac{h}{a} \cdot \frac{\alpha}{p'} = -\frac{h}{a}.$$

ive Zeichen dieses Ausdruckes zeigt, nach den be-
sten Gründen der Dioptrik, an, dafs man durch ein
nsenpaar den Gegenstand nicht verkehrt, sondern
natürlichen, aufrechten Stellung sieht.

Halbmesser der Kugelabweichung ist nach der oben
Gleichung (III)

$$= \frac{\alpha x^3}{4p'}\left[\frac{\mu}{p}\left(\frac{\lambda}{p^2} + \frac{\nu}{a\alpha}\right) + \frac{\mu'}{p'}\left(\frac{\lambda'}{p'^2} + \frac{\nu'}{a'\alpha'}\right)\right]$$

wir schon $p' = \frac{ah}{am}$ erhalten haben und da $\alpha' = \infty$

$$R = \frac{max^3}{4h}\left[\mu\left(\frac{\lambda}{p^3} - \frac{\mu\nu}{app'}\right) + \frac{\mu'\lambda'}{p'^3}\right].$$

für Linsen aus demselben Stoffe, z. B. aus derscl-
rt, und sucht man dem Systeme die kleinste Kugel-
g zu geben, so ist $\lambda = \lambda' = 1$, also auch

$$R = \frac{\mu m x^3}{4a^2 h}\left(\frac{a^3}{p^3} - \frac{\nu a^2}{pp'} + \frac{a^3}{p'^3}\right).$$

der Kürze wegen

$$A = \frac{a}{p} \text{ und } A' = \frac{a}{p'} = -\frac{a}{\alpha}$$

und berücksichtigt man die oben gegebene Fundamentalbestimmung der Dioptrik

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha} \text{ oder } \frac{a}{p} = 1 + \frac{a}{\alpha},$$

so hat man $A + A' = 1$ und daher für den Halbmesser der kleinsten Kugelabweichung

$$R = \frac{\mu m x^3}{4 a^2 h} [A^3 - \nu . A A' + A'^3].$$

Daraus folgt, dafs R einen gröfsten oder kleinsten Werth hält, wenn $Z = A^3 - \nu . A A' + A'^3$ ein Gröfstes oder Kleinstes ist. Differentiirt man aber die letzte Gleichung in Beziehung auf Z und A und setzt $\frac{dZ}{dA} = 0$, so erhält man

$$(3 + \nu)(1 - 2A) = 0,$$

woraus $A = \frac{1}{2}$ folgt, und dieser Werth von A giebt den gesuchten kleinsten Werth von

$$Z = \frac{1 - \nu}{4}.$$

Wir haben demnach $A = A' = \frac{1}{2}$ und also auch $p = 2a = -\alpha$, so dafs man für R erhält

$$R = \frac{\mu (1 - \nu) m x^3}{16 a^2 h}, \text{ wofür wir wieder } R = \frac{1}{4 g^3} \text{ setzen wollen, so dafs man also hat}$$

$$x = \frac{1}{g} \sqrt[3]{\frac{4 a^2 h}{\mu m (1 - \nu)}} = \frac{2h}{mg} \sqrt[3]{\frac{1}{2\mu(1-\nu)}}.$$

Setzt man also wieder, wie in den obigen Beispielen, $\mu = 0{,}938$, $\nu = 0{,}$ so giebt unsere kleine Tafel wenn die natürliche Sehweite $h = 8$ Zoll und der zulässige Fehler $g = 20$ Secunden gesetzt wird,

$$x = \frac{0{,}708}{m},$$

und dieser Ausdruck giebt den Halbmesser der Oeffnung der Linsen unter der Voraussetzung, dafs die Kugelabweichung ein Minimum ist.

Das Mafs der Klarheit oder die Gröfse K = wenn man $x' = x$ setzt und die Dicken der Linsen vernachlässigt,

Digitized by Google

$$K = \frac{14{,}16}{m}.$$

icht man diese Resultate für x und K mit denjenigen $\frac{0{,}41}{m}$ und $K = \frac{7}{m}$), welche wir oben für einfache erhalten haben, so sieht man, dafs man durch die Ein- g einer solchen Doppellinse an der Oeffnung des Gla- wohl, als auch an der Helle des Bildes bedeutend ge- n kann, daher man diese Doppellinsen den einfachen hn mufs. Die Halbmesser der Krümmungen der beiden wird man, wie oben, bestimmen. Etwas genauer wer- ie Ausdrücke mit den Beobachtungen übereinstimmen, man auch die Dicke der Linsen und die Entfernungen littelpuncte berücksichtigt, wegen deren wir, der Kürze , auf KLÜGEL's analyt. Dioptrik §. 557 verweisen.

etrachten wir dafür noch ein System von drei solchen A, B, C. Seyen p, p', p'' in derselben Ordnung die Fig. weiten dieser Linsen, L der Ort des Auges und O das 292. Die erste Linse soll die von dem Objecte auf sie kten Strahlen so brechen, dafs sie, nach der Brechung, rend aus F zu kommen scheinen, uud die zweite Linse fs sie divergirend aus G zu kommen scheinen, aus wel- Ursache daher die dritte Linse C ihren Brennpunct in a Puncte G haben mufs. Wenn man nun wieder die und die Distanzen dieser Linsen von einander vernach- , so hat man

$$AO = a,\ AF = -\alpha = BF = a',$$
$$BG = -\alpha = CG = a'' = p'' \text{ und } \alpha'' = \infty.$$

s vorausgesetzt hat man vermöge der kurz vorher ange- n Fundamentalgleichung der Dioptrik

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{\alpha};\ \frac{1}{p'} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{\alpha'} = -\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha'} \text{ und } \frac{1}{p''} = \frac{1}{a''} = -\frac{1}{\alpha'},$$

s sofort folgt

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} + \frac{1}{p''} = \frac{1}{a} \text{ und } \frac{1}{p} + \frac{1}{p''} = \frac{1}{a'}.$$

alle drei Linsen von demselben Stoff, so ist auch der h von n, so wie der von μ und ν für alle gleich grofs, man erhält durch Hülfe der vorhergehenden Gleichung den Halbmesser der kleinsten Kugelabweichung, für wel- $\lambda = \lambda' = \lambda'' = 1$ ist, durch folgenden Ausdruck:

Digitized by Google

$$R = \frac{\mu m a x^3}{4h}\left[\frac{1}{p^3} + \frac{\nu}{p a \alpha} + \frac{1}{p'^3} + \frac{\nu}{p' a' \alpha'} + \frac{1}{p''^3}\right]$$

oder auch

$$R = \frac{\mu m x^3}{4 a^2 h}\left[\frac{a^3}{p^3} + \frac{\nu a^2}{p \alpha} + \frac{a^3}{a'^3}\left(\frac{a'^3}{p'^3} - \frac{\nu a'^2}{a' p''} + \frac{a'^3}{p''^3}\right)\right].$$

Der letzte Theil

$$\frac{a'^3}{p'^3} - \frac{\nu a'^2}{a' p''} + \frac{a'^3}{p''^3}$$

dieses Ausdrucks wird, wenn man ihn ebenso, wie oben die Doppellinse behandelt, seinen kleinsten Werth $\frac{1}{4}(1-$ geben, wenn man $p' = p'' = 2a'$ setzt, so dafs man nach hat

$$R = \frac{\mu m x^3}{4 a^2 h}\left(\frac{a^3}{p^3} + \frac{\nu a^2}{p \alpha} - \tfrac{1}{4}(1-\nu)\cdot\frac{a^3}{\alpha^3}\right).$$

Setzt man

$$Z = \frac{a^3}{p^3} + \frac{\nu a^2}{p \alpha} - \tfrac{1}{4}(1-\nu)\frac{a^3}{\alpha^3}$$

und der Kürze wegen $A = \frac{a}{p}$ und $A' = -\frac{a}{\alpha}$, so dafs $A + A' = 1$ wird, so hat man

$$Z = A^3 - \nu A(1-A) + \tfrac{1}{4}(1-\nu)(1-A)^3$$

oder

$$Z = \tfrac{1}{4}(3+\nu)(A^3 + A^2 - A) + \tfrac{1}{4}(1-\nu),$$

also auch

$$\frac{dZ}{dA} = \tfrac{1}{4}(3+\nu)(3A^2 + 2A - 1) \text{ und } \frac{d^2Z}{dA^2} = \tfrac{1}{4}(3+\nu)(6$$

Wird daher $\frac{dZ}{dA} = 0$ gesetzt, so findet man für A die

Werthe

$$A = -1 \text{ und } A = +\tfrac{1}{3}$$

und da der zweite dieser Werthe die Gröfse $\frac{d^2Z}{dA^2}$ positiv

so wird Z ein Kleinstes für $A = \frac{1}{3}$, und dieser kleinste

selbst ist

$$Z = \tfrac{1}{27}(3 - 8\nu).$$

Da man ferner für $A = \frac{1}{3}$ erhält $p = -2\alpha = 2a' =$ und $p' = 2a' = 3a$, so wie $\alpha' = -3a$ und $p'' = 3a$, hat man, wenn man diese Ausdrücke in der dritten der G chungen (I) substituirt, für die Vergrösserungszahl einer chen dreifachen Linse

Digitized by Google

$$m = \frac{\alpha\alpha'\alpha''}{a'a''a'''} = \frac{h\alpha\alpha'}{aa'a''} = \frac{h}{a},$$

ür den Halbmesser der kleinsten Kugelabweichung

$$R = \frac{\mu m x^3}{4a^2h}; \quad Z = \frac{\mu m x^3}{4a^2h} \cdot \frac{3-8\nu}{27}.$$

n ihn daher wieder gleich $\frac{1}{4g^3}$, so erhält man sofort

$$x = \frac{3h}{mg} \sqrt[3]{\frac{1}{(3-8\nu)\mu}}.$$

8 Zoll, $g = 20$ Secunden und $\mu = 0{,}938$, $\nu = 0{,}233$

$$x = \frac{1{,}174}{m}$$

Halbmesser K des Helligkeitsmafses

$$K = 20x' = 20x = \frac{23{,}5}{m}.$$

icht hin zu zeigen, dafs man mit einer dreifachen e viel gröfsere Oeffnung und viel mehr Helligkeit des halten kann, als mit einer doppelten, und so könnte elben Untersuchungen auch auf vier- und mehrfache sdehnen.

Zusammengesetzte Mikroskope mit zwei Linsen.

gehn nun zu denjenigen Mikroskopen über, die aus r mehreren, aber von einander durch beträchtliche getrennten Linsen bestehn, zwischen welchen ein rere Bilder des Objectes statt haben.

älteste und wohl auch einfachste Art dieser Mikro- steht aus einem kleinen biconvexen Objective A, Fig. 293. ennweite sehr klein ist, und aus einem gröfsern bi- Oculare B, so dafs daher dieses Mikroskop im Grun- lem sogenannten Galilei'schen oder holländischen Fern- nlich ist und auch die meisten Fehler desselben ge- ilich hat. Die Distanz des Gegenstandes von dem A wird etwas gröfser als die Brennweite des Ob-

Art. *Fernrohr.* Bd. IV. S. 154.

Digitized by Google

jectivs angenommen, daher auf der andern Seite des Ob in einer beträchtlichen Entfernung von demselben ein Bild entstehn würde. Allein ehe noch die Strahlen zur staltung dieses Bildes sich vereinigen, werden sie von concaven Oculare B aufgefangen und dann, nach der chung durch dieses Ocular, in parallelen Richtungen Auge des Beobachters gebracht. Dadurch wird also der genstand aufrecht gesehn, wie in dem Galilei'schen Fern aber, wie bei diesem, ist die Vergrösserung, das Gesi und die Helligkeit des Bildes nur gering, wenn nicht das kroskop selbst von unmäfsiger Länge seyn soll. Auf die fernung der Abweichung wegen der Kugelgestalt und der benzerstreuung kann ebenfalls keine Rücksicht genommen den, so lange man sich blofs auf die erwähnten zwei L beschränkt.

Ohne uns daher bei einem so unvollkommnen Instrum länger aufzuhalten, wollen wir sogleich zu demjenigen zu mengesetzten Mikroskope übergehn, das gleich dem as mischen oder Kepler'schen Fernrohre[1] aus zwei bicon Linsen besteht.

Fig. 293. Sey also wieder A das Objectiv, dessen Brenn A F = p ist, und B das Ocular, so wie O das Object in Entfernung O A = a von dem Objective. Da übereinstim mit der Zeichnung a etwas gröfser als p ist, so fällt d des Objects O in den Punct G, wo A G = α die zwei einigungsweite des Objectivs ist. Ist dann B G = p′ die weite des Oculars, so fallen die von dem Bilde O kom den Strahlen nach ihrer Brechung durch das Ocular unter sich parallelen Richtungen auf das Auge L.

Dieses vorausgesetzt geben die Gleichungen (I)

$$m = \frac{h}{a} \cdot \frac{\alpha}{a'} = \frac{h}{a} \cdot \frac{\alpha}{p'}, \text{ und da } \frac{a}{p} = 1 + \frac{a}{\alpha} \text{ ist,}$$

$$p = \frac{m p' . a}{m p' + h} \text{ und } a = \left(1 + \frac{h}{m p'}\right) . p .$$

Da man bei zwei einfachen und getrennten convexen L die Farbenzerstreuung, so wie die Kugelabweichung bei lich nicht wegbringen kann, so wird man, wenn man w keine Bedingung erfüllen will, von den vier Gröfsen a,

1 S. Art. *Fernrohr.* Bd. IV. S. 158.

Digitized by Google

n drei derselben nach Willkür annehmen können und die vierte durch eine der vorhergehenden Gleichungen men. So könnte man z. B. die Vergrößerung m nach en annehmen und einem solchen Mikroskope jede noch ke Vergrößerung geben. Allein dann würde für eine e Vergrößerung auch die Farbenzerstreuung, so wie die chung wegen der Kugelgestalt endlich ins Unerträgliche en und zugleich die Länge des Mikroskops so grofs n, dafs es nicht weiter gebraucht werden könnte. Wir daher umgekehrt diese Länge L des Mikroskops will-, also im Allgemeinen zu bequemerem Gebrauche nur annehmen und die Vergrößerung m suchen, welche ches Mikroskop für zwei gegebene Linsen, deren Brenn- p und p′ sind, haben würde.

a die Länge des Mikroskops L immer $= \alpha + p'$ ist, so man daraus und aus der Gleichung

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha}$$

Elimination der Gröfse α

$$a = \frac{p\alpha}{L-(p+p')}$$

aber für die Vergrößerung

$$m = \frac{h\alpha}{ap'} = h\left(\frac{L}{pp'} - \frac{1}{p} - \frac{1}{p'}\right).$$

z. B. L = 5 Zoll, p = $\frac{1}{2}$ und p′ = 1 Zoll, so hätte n = 56 für die stärkste Vergrößerung im Durchmesser, an mit einem solchen 5 Zoll langen Mikroskope erreiichönnte.

Der Halbmesser des Gesichtsfelds, den wir oben durch φ hnet haben, wird man aus der ersten der Gleichungen der aus

$$\varphi = \frac{p'w'}{\alpha + a'}$$

en können. Da nämlich bereits

$$m = \frac{h\alpha}{ap'} \text{ oder } \alpha = \frac{amp'}{h}$$

den wurde, so ist auch

$$\varphi = \frac{p'w'h}{amp' + p'h} \text{ oder } \varphi = \frac{hw'}{am + h}.$$

Mikroskopen wird aber die Gröfse a oder die Entfernung

Digitized by Google

des Gegenstandes von dem Objective nicht leicht gröſser a Zoll angenommen, und die Werthe von w sind, wie be oben gesagt worden ist, alle eigentliche Brüche, die die Gr nicht wohl übersteigen. Nimmt man also $a = \frac{1}{4}$ und w' = so wie wieder $h = 8$ Zoll, so hat man durch die letzte G chung

$$\varphi = \frac{4}{16 + m}.$$

Wenn man diesen Winkel φ mit der ersten Vereinigungsw a multiplicirt, so erhält man $a\varphi$ oder eigentlich a. Tan und da dieses der Werth des Halbmessers ϱ des Object den man durch das Mikroskop noch übersehn kann, so ist eigentliche Halbmesser ϱ des Gesichtsfeldes

$$\varrho = a\varphi = \frac{2}{16 + m} \text{ Zoll.}$$

Für $m = 50$ ist daher die Hälfte des Gesichtsfeldes nahe Zoll. Setzt man für die kleinste Kugelabweichung die W the von λ gleich der Einheit, so hat man für die Halbm f und g des Objectivs den oben unmittelbar den Gleichu (I) vorhergehenden Ausdrücken zufolge

$$\frac{1}{f} = \frac{\varrho}{a} + \frac{\sigma}{\alpha} \text{ und } \frac{1}{g} = \frac{\varrho}{\alpha} + \frac{\sigma}{a},$$

oder da hier sehr nahe $a = p$, also auch $\alpha = \infty$ ist,

$$f = \frac{p}{\varrho} = 5{,}24\,p \text{ und } g = \frac{p}{\sigma} = 0{,}61\,p.$$

Das Ocular aber wird gewöhnlich gleichseitig gemacht u die Oeffnung desselben gleich der Hälfte seiner Brennwei genommen. Um endlich den Halbmesser x der Oeffnung Objectivs zu bestimmen, setzen wir wieder annähernd $p =$ und $\alpha = \infty$, so wie $\lambda = 1$, wodurch man aus der G chung (III) erhält

$$R = \frac{\mu m x^3}{4 h p^2}$$

oder, wenn wir diesen Werth von R wieder gleich $\frac{1}{4}$ setzen,

$$x = \sqrt[3]{\frac{h p^2}{\mu m g}} = \sqrt[3]{\frac{1}{3753\,m}},$$

wo $h = 8$, $\mu = 0{,}938$; $p = \frac{1}{2}$ und $g = 20$ Secunden angen men wurde.

Digitized by Google

h hat man für den Halbmesser K des Helligkeits-

$$K = 20\,x' = \frac{20\,h\,x}{a\,m} = 320\,\frac{x}{m} = \frac{320}{m\sqrt{3753\,m}}.$$

Mikroskop, das den Gegenstand im Durchmesser 50mal rt, oder für m = 50 ist daher der Halbmesser x der ; des Objectivs

$$x = \tfrac{1}{17} \text{ Zoll}$$

Helligkeitsmafs $K = \frac{1}{9}$,

enn man das Quadrat von K nimmt, so verhält sich che Klarheit des Mikroskops zur natürlichen Helle des ndes wie 1 zu 81, so dafs also diesen Mangel an it durch Seitenspiegel zu ersetzen unumgänglich noth- wird; doch mag man bemerken, dafs man x und also in der Ausübung beträchtlich gröfser oder, was das- , g bedeutend kleiner annehmen kann, ohne dadurch r unser Gesicht noch sehr merkbaren Fehler zu er-

erdiefs leidet ein solches, aus blofs zwei convexen bestehendes Mikroskop noch an dem Gebrechen, dafs inen bequemen Gebrauch zu lang wird, weil a sehr ich p, also a sehr grofs wird. Diese zu grofse Länge uments führt noch den Nachtheil mit sich, dafs es gleich eine sehr bedeutende Farbenzerstreuung hat, das deutliche Sehen des Gegenstandes ungemein ge- wird.

Zusammengesetztes Mikroskop mit drei Linsen.

kann aber diesen Umständen gröfstentheils durch die he Hinzufügung eines zweiten Oculars C zwischen ective A und dem Bilde G abhelfen, wodurch zu- s Gesichtfeld, wie wir bald sehn werden, vergröfsert Man pflegt in der Künstlersprache dieses zweite Ocu- *collectivglas* zu nennen, weil es die von dem Ob- A kommenden Strahlen in einen engern Raum sam- dem es diesen Strahlen eine stärkere Convergenz ge- erste Ocular B giebt.

Digitized by Google

Wendet man auf ein solches Instrument mit drei L... die Gleichungen (I) und (II) an, so hat man

$$\begin{cases} m = \frac{h}{a} \cdot \frac{\alpha\alpha'}{a'a''} \\ p' w' = (\alpha + a') \cdot \varphi \\ p'' w'' = \left(\frac{\alpha\alpha'}{a'} - a''\right) \varphi + a'' w' \\ w' + w'' \cdot \frac{a''}{\alpha'} = 0 \end{cases}$$

In diesen Ausdrücken sind die Gröfsen a, α, α', a'' ... sämmtlich ihrer Natur nach positiv; die Werthe von ... w'' aber sind negativ und überdiefs ist $a'' = p''$ und die ... Vereinigungsweite $\alpha'' = w$, damit die von dem Oc... gebrochenen Strahlen parallel in das Auge L des Beob... gelangen können.

Setzt man der Kürze wegen

$P = -\frac{\alpha}{a'}$ und $Q = \frac{\alpha'}{a''}$, $w'' = -w'$ und endlich $w' = ...$ so gehn die vier vorhergehenden Ausdrücke in folgende ...

$$\begin{cases} m = \frac{h}{a} \cdot PQ \\ \frac{p' w \zeta}{a'} = -(P-1) \cdot \varphi \\ w = (PQ+1) \cdot \varphi - \zeta w \\ \zeta = \frac{1}{Q}. \end{cases}$$

Von diesen Gleichungen giebt sofort die dritte für das ... sichtsfeld

$$\varphi = \frac{(1+\zeta) w}{PQ+1}.$$

Damit also das Gesichtsfeld so grofs als möglich werde, ... man $\zeta = 1$ annehmen. Dann ist aber auch $Q = 1$ ... $\alpha' = a'' = p''$, so dafs man daher hat

$$m = \frac{h}{a} \cdot P \text{ oder } P = \frac{ma}{h},$$

$$\varphi = \frac{2w}{P+1} \text{ und}$$

$$\frac{p'}{a'} = -\frac{2(P-1)}{P+1}.$$

Digitized by Google

ire daher P eine bedeutend grofse Zahl, so ist nahe
– 2 oder $a' = -\frac{1}{2}p'$. Nach der schon öfter ange-
Fundamentalgleichung der Dioptrik hat man aber

$$\frac{1}{\alpha'} = \frac{1}{p'} - \frac{1}{a'} \text{ oder } \alpha' = \frac{a'p'}{a'-p'}.$$

$a' = -\frac{1}{2}p'$ und $\alpha' = p''$ ist, so hat man

$$p'' = \frac{1}{3}p'$$

se Gleichung stimmt ganz mit der von den prakti-
lptikern angenommenen Vorschrift überein, nach wel-
: Mikroskope dieser Art die Brennweite p' des Col-
ses das Dreifache der Brennweite p'' des Oculars B
l.

d daher die beiden Brennweiten p und p' des Ob-
ınd der Collectivlinse gegeben, oder werden sie will-
ıngenommen, so läfst sich dann die ganze Einrichtung
lchen Mikroskops auf folgende Art bestimmen. Man
lich erstens für die Brennweite des Oculars $p'' = \frac{1}{3}p'$.
ı hat man, um den Werth der Gröfse a' zu bestim-
$' = -\frac{1}{2}p'$ und $\alpha = -a'P = \frac{1}{2}p'P$, oder
$\frac{map'}{2h}$, also auch $\frac{a}{\alpha} = \frac{2h}{mp'}$, und überdiefs $\frac{a}{p} = 1 + \frac{a}{\alpha}$.
auch drittens der Werth von

$$a = \frac{mp' + 2h}{mp'} \cdot p = p + \frac{2hp}{mp'}.$$

ist der Abstand des Objectivs von der Collectivlinse
Gröfse $AC = a' + \alpha'$, das heifst, es ist

$$AC = \frac{1}{2}\left(\frac{ma}{h} - 1\right) \cdot p'$$

nso hat man für den Abstand der Collectivlinse von
ılare

$$BC = \alpha' + a'' = 2p'' = \frac{2}{3}p'.$$

st der Winkel φ des Gesichtsfeldes

$$\varphi = \frac{2w}{P+1} = \frac{2wh}{ma+h},$$

ıder die Hälfte des Gegenstandes, den man mit dem
ope übersehn kann, wenn $w = \frac{1}{4}$ gesetzt wird,

$$\varrho = a\varphi = \frac{2w.ah}{ma+h} = \frac{ah}{2(ma+h)} \text{ Zoll.}$$

wird man den Oeffnungshalbmesser und die Krüm-

Digitized by Google

mungsradien des Objectivs, ganz wie bei der letzten C
struction, bestimmen, wenn man, was hier ohne merkli
Fehler geschehn kann, die auf die beiden letzten Lins
und C sich beziehenden Gröfsen, wegen ihres sehr g
Divisors a, ganz aus der Rechnung läfst, wodurch ma
hält

$$x = \frac{p}{g}\sqrt[3]{\frac{h}{\mu m a}} \text{ und } K = 20\,x = \frac{20\,ph}{g\,m\,a}\sqrt[3]{\frac{h}{\mu m a}}.$$

Wenden wir auf diese Ausdrücke ein Beispiel an, für we
die beiden äufsersten Brennweiten p und p″ jede gleich
halben Zoll seyn sollen, während wir für die Vergröfs
im Durchmesser $m = 100$, also in der Fläche $m^2 = 1$
annehmen wollen. Diese Voraussetzungen geben sofort

$$a = \frac{156}{300} = 0{,}553 \text{ Zoll},$$
$$AC = 4{,}44,$$
$$BC = 1{,}00,$$

und für den Oeffnungshalbmesser hat man

$$x = \frac{1}{2g}\sqrt[3]{\frac{h}{\mu m a}} = \frac{0{,}268}{g},$$

so wie für das Mafs der Helligkeit

$$K = 20\,x' = \frac{20\,h\,x}{m\,a} = \frac{0{,}775}{g}.$$

Nimmt man also, wie zuvor, $g = 20$ Secunden, so wird

$$x = \frac{1}{80} \text{ Zoll und } K = \frac{1}{25}.$$

Für $g = 10$ Secunden, was immer noch sehr annehmbar
hat man $x = \frac{1}{40} = 0{,}025$ Zoll und $K = 0{,}08$ und dessen Qua
$K^2 = 0{,}0064$.

V. Zusammengesetztes Mikroskop mit vie
Linsen.

Da durch zwei Oculare, wie man so eben gesehn h
schon manche Vortheile erhalten werden, so wird es nicht
angemessen seyn, auch die Construction eines Mikroskops
drei Ocularen oder überhaupt mit vier Linsen hier
kürzlich etwas näher zu betrachten.

Bei den von Dollond verfertigten Mikroskopen dieser

Digitized by Google

loſs ein einziges Bild und dieses zwar zwischen dem und zweiten Oculare statt; demnach werden die Vergsweiten a, α, α', a'' und a''' positiv, a' und α'' aber v seyn, und überdieſs wird man haben $a''' = p'''$ und ∞. Nehmen wir zugleich die Bruchfactoren $w' = w$ $'' = -w$ und endlich $w''' = w$ an und setzen wir ürze wegen

$$P = -\frac{\alpha}{a}, \quad Q = \frac{\alpha'}{a'} \text{ und } R = -\frac{\alpha''}{a''}.$$

vorausgesetzt gehn die obigen Gleichungen (I) und (II) ende über

$$m = \frac{h}{a}.PQR; \quad \varphi = \frac{3w}{PQR+1},$$

$$= -(P-1)\varphi; \quad -\frac{p''w}{a''} = -(PQ+1).\varphi + w$$

$$w - \frac{w}{Q} - \frac{w}{QR} = 0,$$

die letzte dieser Gleichungen bekanntlich auf die Auf- der Farbenzerstreuung an der Grenze der Bilder des andes bezieht[1]. Für die zweite und letzte dieser fünf ngen kann man auch setzen

$$\varphi = \frac{3hw}{ma+h} \text{ und } 1 - \frac{1}{Q} - \frac{1}{QR} = 0.$$

man also die Gröſsen m, a, α und w als gegeben an- o sind die sechs noch übrigen a', α', a'', α'', a''' und φ en. Da aber nur fünf Gleichungen zwischen diesen statt haben, so kann man eine der sechs letzten will- annehmen, so daſs daher unsere Aufgabe eine unbe- ist und unzählig viele Auflösungen zuläſst. Am vor- esten für die Ausübung wird es wohl seyn, besonders en Auflösungen zu vermeiden, welche eine zu kleine eite den Linsen geben, da die Künstler solche Linsen hr mit der erforderlichen Genauigkeit verfertigen können.

nmt man, wie auch Euler und nach ihm Klügel hat, die Gröſse $R = \frac{1}{2}$ an, so giebt die letzte unserer ngen $Q = 3$ und die erste $P = \frac{2am}{3h}$, so wie die

[1] Vergl. Littrow Dioptrik. S. 193.

Digitized by Google

zweite $\varphi = \frac{6w}{3P+2}$. Substituirt man dann diesen W
von φ in der dritten und vierten jener Gleichungen, s
man

$$\frac{p'}{a'} = \frac{6(P-1)}{3P+2} \text{ und } \frac{p''}{a''} = \frac{6(3P+1)}{3P+2} - 1.$$

Ist daher P eine sehr grofse oder a′ eine sehr kleine Zah
hat man annähernd $\frac{p'}{a'} = -2$ und $\frac{p''}{a''} = 5$.

Nimmt man diese letzten Werthe von $\frac{p'}{a'}$ und $\frac{p''}{a''}$ an,
immer ohne Nachtheil geschehn kann, indem dadurch
das Gesichtsfeld φ etwas weniges verkleinert wird, wenn
lich P nicht gar zu grofs ist, und setzt man $w' = \frac{1}{4}$, s
sen sich dann alle übrige Dimensionen des Mikroskops
die einzige Gröfse p′ ausdrücken. Man hat nämlich
die Gröfse a′ durch

$$a' = -\tfrac{1}{2} p'.$$

Da aber allgemein $\frac{1}{p} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{\alpha'}$ ist, so ist auch zweite
Gröfse α' durch

$$\alpha' = \tfrac{1}{3} p'$$

gegeben. Ebenso erhält man drittens die Gröfse a″ aus

$$Q = \frac{\alpha'}{a''} = 3$$

oder

$$a'' = \tfrac{1}{9} p'$$

und endlich wird man für die noch übrigen Gröfsen

$$p'' = \frac{5}{9} p', \quad \alpha'' = -\frac{5}{36} p'$$

und

$$a''' = -\frac{\alpha''}{R} = \frac{5}{18} p' = p'''.$$

Daraus folgen zugleich die Distanzen der vier Linsen von
ander. Es ist nämlich, von dem Objective angefangen,
die Linse I heifsen soll,

die Distanz I von II $= a + a' = \frac{1}{2}(P-1)p'$,
II von III $= \alpha' + a'' = \frac{4}{9} p'$,
III von IV $= \alpha'' + a''' = \frac{5}{18} p'$.

Der Halbmesser des Gesichtsfeldes dieses Mikroskops

$$a\varphi = \frac{3ahw}{ma+h} = \frac{3ah}{4(ma+h)}.$$

einen besondern Fall $p = 12$ Linien; $m = 50$; Linien, so ist $p' = 36$ und $p'' = 20$. Setzt man al- die natürliche Sehweite $h = 8$ Zoll $= 96$ Linien, n $a = 13{,}92$ und $P = \frac{1392}{288} = 4{,}833$ und daher

istanzen der Linsen

I von II	69,0	Linien
II von III	16,0	
III von IV	5,0	
	3,3	
Summa	93,3	

ıher die ganze Länge des Mikroskops 93,3 Lin. = 7 inien betragen wird, der Halbmesser des Gesichts- elben ist $a\varphi = 1{,}28$ Linien und die halbe Oeff- Objectivs

$$x = \frac{p}{g}\sqrt[3]{\frac{h}{\mu ma}} = \frac{6{,}33}{g} \text{ Linien.}$$

10 Secunden ist $x = 0{,}63$ Linien, also beträchtlich ls bei den vorhergehenden Mikroskopen von drei ıd das Mafs der Klarheit ist

$$K = \frac{20hx}{ma} = \frac{1{,}46}{g},$$

n für $g = 10$ erhält $K = 0{,}146$ oder $K^2 = 0{,}021$, K^2 nahe viermal gröfser, als bei den Mikrosko- rei Linsen. Ueberdiefs vereinigt diese letzte An- er Linsen noch den Vortheil, dafs dabei auf die der Farbenzerstreuung Rücksicht genommen wor-

rhergehende wird genügen, von dem Verfahren Re- zu geben, welches man bei der Brechung der Mi- ı beobachten pflegt, so lange man die Objective ls einfache Linsen betrachtet. Ohne Zweifel wer- ıch hier Doppellinsen der Objective von verschie- arten (Kron- und Flintglas oder Glas und Edel- elben wesentlichen Verbesserungen der Mikroskope ı, die sie schon bei den achromatischen Fernröhren rt haben. Bei diesen doppelten und sehr mehrfa-

Digitized by Google

chen Objectivlinsen wird nämlich nicht nur die Abwei
wegen der Kugelgestalt der Linsen, sondern auch die Fa
zerstreuung derselben vollkommen weggebracht werden,
durch die Güte und Brauchbarkeit eines Mikroskops in
hem Grade, wie bei den Fernröhren, befördert werde
Diese Farbenzerstreuung hat man früher blofs durch ein
mäfsige Stellung der Oculare zu erreichen gesucht, w
davon in unserm letzten Beispiele eine Anwendung ge
ben. Allein es ist viel sicherer und es ist selbst noth
die Farbenzerstreuung des Doppelobjectivs selbst durch
eigenen Linsen wegzuschaffen, die Abweichung wegen d
gelgestalt aber haben die meisten Künstler bei den Ob
der Mikroskope gröfstentheils völlig vernachlässigt oder d
durch eine Art von Tatonnement auf sie Rücksicht ge
Auch sind bei so kleinen und stark gekrümmten Lin
Vorschriften der Theorie nicht leicht, auch nur m
Präcision, von den Künstlern auszuführen. Man
Theorie dieser Doppelobjective für Mikroskope in de
Bande der Dioptrik von Euler und in der analytischen
von Klügel weiter entwickelt. Aber alle diese analytisch
drücke und gelehrten Formeln, die dort und selbst früher
den Werken von d'Alembert, Clairaut u. A. zur
Construction der Fernröhre sowohl, als auch der Mi
mitgetheilt worden sind, haben bisher den meisten u
genannten optischen Künstler nur sehr wenig Nutzen
nicht weil diese Formeln nicht zweckmäfsig, ja sel
wendig zur wahren Verbesserung jener Instrumente s
dern weil sie von unsern Künstlern weder beachtet n
verstanden werden. Ihre Sache ist es nicht, diese
nachzurechnen oder auch nur in ihrer Ausübung sich
nen zu richten, sondern sie begnügen sich mit Prob
suchen und Hin- und Hertappen, bis sie endlich
finden, was sie suchen. Und dieses gilt nicht blofs
meisten unserer deutschen Optiker, sondern auch
englischen, des hohen Rufes ungeachtet, in welch
lange sich zu erhalten gewufst haben. *All them*,
sagt Herschel[1] in seiner Anrede an die Akad. d.
London im J. 1821, *All these formulae, require*

1 Philosoph. Trans. for the Year 821.

Digitized by Google

share of algebraical knowledge, than can be ex- a practical optician, are thrown aside by him in and the best and most successful artists are content their glasses by trial or by empirical rules. Wenn en ein rationeller Künstler sich an diese Formeln n ein Fernrohr darnach zu construiren, so mifslang h der Versuch und das Mifstrauen gegen die Theo- ladurch nur noch vermehrt. So mufste selbst Rei- tehn, dafs die von ihm nach Klügel's Theorie ge- Gläser gar keine Wirkung hatten, und dafs er end- higt war, mechanisch die Krümmungen zu finden, hen die englischen Gläser geschliffen sind, wo dann t viel besser von statten ging. Diese Abneigung Theorie, ohne welche sich doch die wahre Vollen- s wichtigen Gegenstandes kaum denken läfst, ging n blofs empirischen Köpfen so weit, dafs sie diese gar für schädlich und für die eigentliche Ursache gen geringen Erfolges dieser Kunst auf dem Fest- schrien haben. „Soviel ist gewifs," sagt ein ande- praktisch ausgezeichneter Künstler[2], „dafs John in wenigen Jahren und durch die blofse Praxis zu Stande gebracht hat, wozu Franzosen und eit jener Zeit (ihrer theoretischen Untersuchungen) nicht gekommen sind, und dafs z. B. bei den hen Fernröhren der Achromatismus lange nicht gänz- bracht ist, während sie doch gar trefflich zeigen; liese Trefflichkeit irgend wo anders ihren Grund se, als in der durch die Theorie vorgeschriebenen Wegbringung der Farben, indem bei den französi- röhren die heterogenen gefärbten Strahlen oft sehr mmenfallen, während ihre Fernröhre selbst doch taugen." Solche Aeufserungen, so viel Erfahrun- bjective Ueberzeugungen ihnen auch zum Grunde n, sollten doch als gemeinschädlich zurückgehal- da sie bei dem gröfsten Theile der Leser nur uf den Fortgang der Kunst wirken können und griff nicht gegen Mängel der Theorie, sondern

gegen Theorie selbst, der Natur der Sache nach, stets zu den Angreifer zurückfallen mufs.

Für Leser, welche den vorhergehenden analytischen nicht verfolgen, aber doch sich einen anschaulichen Begr der Wirkung eines Mikroskops machen wollen, wird Darstellung nicht ungeeignet erscheinen. Zu diesem Z wollen wir zuerst als Ergänzung des Artikels *Lin* die einfachsten Erscheinungen durch Linsen in Kürze näher betrachten.

VI. Allgemeine Erscheinungen durch fache Linsen.

Fig. 294. u. 295. Sey für irgend eine Linse p die Brennweite, a d fernung des Objects und α die Entfernung des Bilde Objects von dem Mittelpuncte der Linse, b die G Objects und endlich β die Gröfse des Bildes. Sey z eine biconvexe Linse und für eine biconcave Linse Mittelpunct und $Cp = p$ die Brennweite derselben; a der auf der Axe $aC\alpha$ der Linse senkrecht stehende Ha ser oder die sogenannte Gröfse des Gegenstandes, und $\alpha\beta = \beta$ der Halbmesser oder die Gröfse des Bildes; $Ca = a$ die Entfernung des Objects und $C\alpha = \alpha$ die nung des Bildes von dem Mittelpuncte C der Linse.

Wenn man von diesen fünf Gröfsen p, a, α, b drei kennt, so kann man die beiden andern immer durch eine sehr leichte Rechnung oder auch durch eine einfache Zeichnung finden.

Man hat nämlich zuerst die schon oben[2] erklärte mentalformel der Dioptrik

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha}$$

und dann giebt die Aehnlichkeit der beiden rechtw Dreiecke Cab und $C\alpha\beta$ sofort den einfachen Ausdruck

$$\frac{b}{a} = \frac{\beta}{\alpha}.$$

---

1 S. oben S. 377.

2 S. Art. *Linsenglas*. S. 382.

S. Ar

hnlich die Entfernung α und die Gröfse β des Bil-
wei gesuchten Gröfsen sind, so gehn die zwei auf-
Gleichungen in folgende über:

$$\left.\begin{aligned}\alpha &= \frac{ap}{a-p}\\ \beta &= \frac{bp}{a-p}\end{aligned}\right\} \ldots\ldots \text{(IV)}$$

Gleichungen (IV) gelten unmittelbar für biconvexe
ie sind aber auch für biconcave Linsen anwendbar,
nur in ihnen die Brennweite p negativ setzt. Diese
en geben also die Entfernung α und die Gröfse β
, wenn die drei Gröfsen a, b und p gegeben sind,
igen zugleich, ob das Bild verkehrt oder aufrecht

kann aber auch die Berechnung dieser höchst ein-
ichungen ganz übergehn und die Entfernung und
s Bildes auf folgende Art durch die bloſse Zeich-
zwei oder drei geraden Linien finden.
imlich die Entfernung $Ca = a$ und die Gröfse ab
standes und die Brennweite $Cp = p$ gegeben, so
durch den höchsten Punct b des Gegenstandes eine
parallel mit der Axe aC der Linse. Da aber alle
xe parallel einfallenden Strahlen von der Linse in
punct gebrochen und daselbst vereinigt werden, so
Lichtstrahl bc durch die Linse nach der Richtung
en cp, die durch den Brennpunct geht, gebrochen
Man ziehe daher auch die Gerade cp und verlän-
wenn nöthig, auch unter die Axe aCp der Linse.
alle durch die Mitte C einer Linse gehenden Strah-
erselben nicht gebrochen werden, sondern in ihrer
ichtung fortgehn, so ziehe man durch denselben
uch die Gerade bC und verlängere, wenn nöthig,
bis sie die vorige Gerade cp irgendwo in dem
schneidet. Wir kennen sonach zwei Strahlen bc
die beide von dem höchsten Puncte b des Gegen-
mmen und die, nach ihrem Durchgange durch die
ie Richtung $cp\beta$ und $C\beta$ haben und sich in dem
schneiden. Da nun das Bild des Punctes b in dem
ittspuncte aller der Strahlen liegt, in welchen die

Digitized by Google

von b auf die Linse fallenden Strahlen nach ihrer Brechu vereinigt werden, d. h. in demjenigen Puncte β, in welch sich, wie wir gesehn haben, bereits zwei dieser Strahlen der That vereinigen, so wird auch β der Ort für das gesu Bild des höchsten Punctes b des Gegenstandes seyn, und endlich das Bild eines auf der Linsenaxe senkrechten Geg stande ebenfalls senkrecht auf dieser Axe stehn mufs, so w man nur durch den gefundenen Punct β eine senkrechte rade $\beta\alpha$ auf die Axe der Linse ziehn, und dann wird α die gesuchte Gröfse und $C\alpha = \alpha$ die gesuchte Entfernung Bildes von der Mitte der Linse seyn.

Man wird daher, um das ganze Bild des Gegenst seiner Lage und Gröfse nach zu finden, blofs von dem h sten Puncte b desselben zuerst die Linie bC ziehn, die gebrochen durch die Linse geht, und dann noch die mit Axe Ca parallele Linie bc hinzufügen, die nach ihrer chung durch den Brennpunct p der Linse geht, so wird Durchschnitt der beiden Linien $bC\beta$ und $cp\beta$ das ges Bild des höchsten Puncts b des Gegenstandes seyn.

Man wird sich nämlich dabei vorstellen, dafs alle dem höchsten Puncte b auf die Linse fallenden Lichtstra die daher die ganze Linse gleichsam bedecken, nach Brechung sich in dem Puncte β vereinigen, und dafs eb auch alle von dem untersten Puncte a des Gegenstandes die Linse fallenden und dieselbe wieder ganz bedecke Strahlen nach ihrer Brechung sich sämmtlich in dem Endpuncte α des Bildes vereinigen, und dafs endlich dasselbe von jedem andern Puncte des Gegenstandes, der schen a und b fällt, gilt, indem auch die sämmtlichen S len dieses Punctes, nach ihrer Brechung, sich wieder in nem einzigen Puncte der Linie $\alpha\beta$, der zwischen α un fällt, vereinigen und hier das Bild von jenem Puncte Gegenstandes ganz auf dieselbe Art geben, wie α das von a und wie β das Bild von b giebt.

Man sieht aus dieser einfachen Darstellung, dafs durch die Zeichnung dieser drei Linien nicht nur die Entnung und die Gröfse, sondern auch zugleich die verkehrte L oder die aufrechte des Bildes und zugleich die Stellung desse gegen die Linse erhält, ob nämlich das Bild auf die entgegesetzte oder auf dieselbe Seite fällt, wo der Gegenstand

Digitized by Google

z ebenso, wie aus dieser Zeichnung, lassen sich aber
sämmtlichen Erscheinungen, welche diese Linsen
, mit Hülfe der beiden einfachen Gleichungen (IV)
.

eine biconvexe Linse ist nämlich die Brennweite p
positive Gröfse zu betrachten, so wie auch die Ent-
a für alle Linsen als positiv angesehn werden mufs.
se α aber wird positiv oder negativ seyn, wenn das
die andere oder auf dieselbe Seite mit dem Gegen-
llt. Die Gröfse b ist, so lange man einen über der
enden Gegenstand betrachtet, ebenfalls bei allen Lin-
v; die Gröfse β aber wird für biconvexe Linsen
der negativ seyn, wenn das Bild unter oder über die

ange nun $a > p$ ist, so sind auch nach den Gleichun-
die Gröfsen α und β positiv oder das Bild fällt auf
e Seite der Linse, wo der Gegenstand nicht ist, und
ch verkehrt. Nimmt dann die Gröfse a allmälig ab
kt der Gegenstand der Linse näher), so nimmt α
oder das Bild entfernt sich auf der Rückseite der
n derselben und wird immer gröfser. Wird dann
weitern Abnahme diese Gröfse a endlich gleich p,
t der Gegenstand in der Brennweite der Linse), so
β unendlich grofs (oder die Strahlen gehen nach
chung durch die Linse immer divergirend fort und
aber kein Bild mehr machen). Nimmt a noch wei-
o dafs also $a < p$ ist (oder steht der Gegenstand in-
der Brennweite der Linse), so wird α und β ne-
das Bild steht aufrecht und zwar auf der Vorder-
Linse, wo auch das Object steht, und je weiter a
immt, desto kleiner werden auch diese negativen α
bis endlich für $a = 0$ die Gröfsen α gänzlich ver-
t und $\beta = -b$ wird. Hätte man endlich die ur-
he Gröfse von a nicht abnehmen, sondern immer mehr
lassen (hätte man den Gegenstand immer mehr von
entfernt), so würde auch, wie dieselben Gleichun-
en, die Gröfse α dem Werthe von p und die Gröfse
Werthe von Null immer näher kommen, bis endlich,
∞, die Gröfse $\alpha = p$ wird, so dafs für einen un-
entfernten, das heifst, für einen solchen Gegenstand,

Digitized by Google

dessen Strahlen mit der Axe parallel auf die Linse fallen, Bild dieses Gegenstandes in dem Brennpuncte der Linse wird, wie bekannt.

Ganz ebenso wird man nun auch für eine biconcave verfahren. Nimmt man nämlich auch hier die Gröfsen immer positiv, und setzt man die Gröfse α negativ sitiv, wenn das Bild auf dieselbe oder auf die entg setzte Seite mit dem Gegenstande fällt, und endlich fse β negativ oder positiv, wenn das Bild aufrecht kehrt auf der Axe steht, so hat man für solche Lin beiden Gleichungen

$$\alpha = -\frac{ap}{a+p}$$

und

$$\beta = -\frac{bp}{a+p}.$$

Die bloſse Ansicht dieser Ausdrücke zeigt schon, biconcave Linsen die beiden Gröfsen α und β immer gative Werthe haben und daſs α nie gröfser als p kann, daſs also das Bild immer aufrecht und immer den Puncten C und p stehen muſs. Für $a = \infty$ ist $\alpha = -p$; dann α allmälig ab, so wird auch α immer kleiner; für $a = -\frac{1}{2}p$; nimmt a noch weiter ab, so wird auch a ner als $-\frac{1}{2}p$, und endlich ist für $a = 0$ auch $\alpha = 0$. concaven Linsen ist daher das stets aufrechte Bild im derselben Seite mit dem Gegenstande und zwar immer Raume zwischen der Linse und dem Brennpuncte und überdieſs in der von der Linse entfernteren Hälfte Raumes, so lange $a > p$, und in der der Linse Hälfte der Brennweite, so lange $a < p$ ist.

Nach diesen Betrachtungen ist es nun leicht, die nungen bei Mikroskopen auch ohne Rechnung zu Wenn nämlich bei dem einfachen Mikroskope der

Fig. 296. stand ab in den Brennpunct p einer biconvexen Linse bracht wird, so gehn die Strahlen pB, aB, bB Mittelpunct B der Linse ungebrochen durch, und alle Strahlen, welche z. B. von dem Puncte a auffallen, mit aBa′, so wie die von b auffallenden mit bBb′ gebrochen. Das Auge in O erhält demnach von allen cten des Gegenstandes ab nur Parallelstrahlen, durch

ier diesen Gegenstand deutlich sieht, wenn es anders
ru kurzsichtig ist. Auch sieht es den Punct a nach α
benso den Punct b nach β hin, also den Gegenstand
it. Was die Vergröfserung betrifft, so erscheint der Ge-
nd ab unter dem Winkel $\alpha O \beta$, welcher dem Winkel
der demjenigen Sehwinkel gleich ist, unter welchem ab
em blofsen Auge, wenn es in B an der Stelle des Gla-
nde, gesehn werden würde. Man sieht also in diesem
den Körper nur ebenso grofs, als ihn das blofse Auge
r Stelle des Glases sehn würde, und wenn man daher,
ei den Fernröhren, unter dem Worte *Vergröfserung*
erhältnifs der Winkel $\alpha O \beta$ und aOb verstände, so er-
man, in diesem Sinne des Wortes, bei dem einfachen
skope eigentlich gar keine Vergröfserung. In der That
man auch, ohne alle Hülfe eines Instruments, den Ge-
nd nur immer näher an das Auge rücken, um ihn zu-
immer gröfser zu sehn. Allein unser Auge ist so ein-
let, dafs es die kleinsten Theile eines Gegenstandes nur
er bestimmten Entfernung vom Auge, die wir oben zu
angenommen haben, deutlich sieht. Rückt man daher
legenstand näher an das Auge, so wird er allerdings auch
r, aber auch zugleich immer undeutlicher erscheinen, so
nan ihn am Ende gar nicht mehr erkennen kann. Setzt
ber die biconvexe Linse AA′ an die Stelle B des Au-
so hat dieses die Folge, dafs nun das Auge in O den
stand unter ebendemselben grofsen Sehwinkel aBb oder
, aber auch zugleich ganz deutlich sieht. Das Auge
jetzt den Gegenstand so grofs, als ob er nur in der klei-
ntfernung pB vor dem Auge wäre, da man ihn doch,
em blofsen Auge, nur in der Entfernung von 8 Zollen
ich sehn würde, die viel gröfser ist als pB, wenn an-
wie hier vorausgesetzt wird, die Brennweite Bp der
sehr klein ist. Da sich nun kleine Sehwinkel umge-
wie die Abstände des Gegenstandes von dem Auge ver-
n, so verhält sich auch die scheinbare Gröfse, die das
skop zeigt, zu der des blofsen Auges, wie 8 Zoll zu
Brennweite Bp der Linse, oder die Vergröfserung m des
stundes durch das Mikroskop ist

$$m = \frac{8}{p} \text{ Zoll},$$

Digitized by Google

wenn p die Brennweite der Linse in Theilen von Zoll gedrückt ist, übereinstimmend mit dem oben Gesagten. Gesichtsfeld hat dabei einen scheinbaren Halbmesser dem der Oeffnung der Linse $\alpha O \beta$ gleich ist. Da Winkel $\alpha O \beta$ desto gröfser wird, je näher das Auge Linse tritt, so wird auch desto mehr von dem Gegen übersehn, je näher das Auge an der Linse steht. Wen der Gegenstand nicht genau in dem Brennpuncte p, etwas weniges *vor* oder *hinter* demselben liegt, so er Auge, nach dem Vorhergehenden, nicht mehr parallele dern etwas divergirende oder convergirende Strahlen. Kurzsichtige nur dann gut sehn, wenn die in ihr Au tenden Strahlen etwas divergiren, so müssen sie die stände etwas näher an die Linse bringen, um das Bi selben deutlich zu sehn, wie dieses auch bei den Fe der Fall ist. Bringt man aber umgekehrt den Gegen eine etwas gröfsere Entfernung, als die Brennweite vor die Linse, so treten die Strahlen convergirend in ge und man sieht den Gegenstand noch gröfser, al aber zugleich auch minder deutlich.

Um uns auf eine ähnliche Art auf die Wirkung
Fig. 297. sammengesetzten Mikroskops deutlich zu machen, sey Gegenstand, A A das Objectiv und B B das Ocular. Die weite des Objectivs falle in den Punct p, zwischen jectiv und den Gegenstand a b, doch sehr nahe bei de tern. Sey, wie zuvor, A a oder A b gleich a, wo al Entfernung des Gegenstandes von dem Mittelpuncte jectivs bezeichnet, und $A c' = \alpha$ die Entfernung des B von dem Objectiv, und endlich $a b = 2b$ der Durchmes so b der Halbmesser des Gegenstandes. Da der Ge aufser der Brennweite des Objectivs steht, so wird $\alpha\beta$ auf die andere Seite des Objectivs fallen, ei kehrte Lage und einen Abstand $A c' = \alpha$ haben, der fser als a ist, und der Halbmesser $\alpha c' = \beta c'$ dieses wird gleich $\frac{b \cdot \alpha}{a}$, also ebenfalls viel gröfser, als de messer b des Gegenstandes seyn. Bis hierher ist alles dem einfachen Mikroskope. Wollte man dabei stehn so könnte man das Bild $\alpha\beta$ mit einer in c' befindliche geschliffenen Glasplatte auffangen und dann dasselbe m

Digitized by Google

Auge betrachten. Allein die Vergröfserung wird sich dadurch noch weiter treiben lassen, wenn man das it einer biconvexen Linse BB bewaffnet, durch wel- dieses Luftbild $\alpha\beta$ betrachtet. Sey P der Brennpunct cularlinse BB und werde diese Linse so gestellt, dafs ld $\alpha\beta$ zwischen diese Linse und ihren Brennpunct P wird, nach dem Vorhergehenden, ein zweites Bild stehn, das ebenfalls eine verkehrte Lage hat, aber noch als das erste Bild seyn wird. Zum bequemen Gebrau- l man beide Linsen AA und BB in eine Röhre fas- sich durch Verschieben ihrer Theile verlängern oder n läfst; dieses Rohr pflegt man in seinem Innern zu en, um das in schiefer Richtung auf die innern Wän- Rohrs auffallenden Strahlen zu absorbiren, da diese nur das deutliche Sehen stören würden. Ebenso wer- dem Innern dieses Rohrs Ringe (die man Blendungen phragmen heifst) angebracht, welche die erwähnten Strahlen noch mehr aufzuhalten bestimmt sind, wie ich bekanntlich bei den Fernröhren der Fall ist, so also diese beiden Gattungen von optischen Instru- als wahre finstere Zimmer[1] ansehn kann, deren In- hr klein und deren Feld sehr beschränkt ist.

Vergröfserung eines solchen aus zwei Linsen zusam- zten Mikroskops ist, wie bei einer einfachen Linse, em Verhältnifs des absoluten Halbmessers $\frac{1}{2}\alpha'\beta'$ des Bildes zu dem Halbmesser $\frac{1}{2}$ ab des Gegenstandes, diese erung wächst also, bei übrigens gleichen Umstän- enn die Brennweiten der beiden Linsen abnehmen, rd z. B. die Brennweite Ap des Objectivs kleiner, so ir einen gleichen Abstand a des Gegenstandes von dem e, das erste Bild $\alpha\beta$ gröfser werden, und wird eben- Brennweite CP des Oculars BB kleiner, so nimmt die erung des zweiten Bildes $\alpha'\beta'$, für dieselbe Sehweite lichen Sehens, nothwendig zu. Man dürfte daher, bei olchen Mikroskope, nur immer zwei Linsen mit klei- ennweiten nehmen, um die Vergröfserung so weit zu als man will. Allein auch hier sind diesem Weiter- wie oben bei dem einfachen Mikroskope, bestimmte gesetzt, die man nicht überschreiten darf, ohne da-

[1] Vergl. Art. *Camera obscura*. Bd. II. S. 30.

Digitized by Google

für andere Uebel zu erzeugen, die auf das deutliche Seh
des Gegenstandes, das doch bei allen Mikroskopen die Ha
sache ist, einen sehr schädlichen Einfluſs ausüben. D
Objectivlinse A A darf nämlich nicht von einer zu kleinen K
gel genommen werden, weil erstens die Künstler solche L
sen nicht mehr mit der hierzu erforderlichen Präcision d
stellen können, weil zweitens die zu starke Krümmung s
cher Kugeln, selbst wenn sie genau sphärisch sind, eig
Fehler erzeugt, und weil endlich so kleine Objectivöffn
gen auch nur sehr wenig Licht aufnehmen können und d
her das zu sehende Bild immer sehr dunkel lassen. Ei
weniger kann man aber die Ocularlinse B B von einer gar
kleinen Brennweite machen. Da nämlich die Oberfläche
Objectivlinse im Allgemeinen nur sehr klein ist, so kann
jedem Puncte des Gegenstandes a b nur ein sehr schm
Lichtbündel auf das Objectiv fallen, so daſs, wenn d
sich in einem Puncte des Bildes $\alpha\beta$ concentrirt hat
von da gegen das Ocular B B zu geht, derselbe keine
das ganze Ocular zu bedecken vermag, sondern die O
fläche desselben nur in einem kleinen Theile trifft. Wird
her dieses Ocular sehr verkleinert, so werden viele von je
Lichtbündeln ganz aufser dem Oculare fallen und sonach
das Auge völlig verloren gehn. Mit andern Worten, das Se
feld oder das Gesichtsfeld des Instruments wird durch
äufsersten Strahlen bestimmt, die noch auf den Rand des O
lars fallen können, und je kleiner dieser kreisförmige F
d. h. je kleiner das Ocular selbst ist, desto kleiner wird
das Gesichtsfeld oder der Raum seyn, den man durch das
kroskop mit einem Blicke übersehn kann. Ja gewöhnlich
das eigentliche Gesichtsfeld des Instruments noch kleiner,
es durch diese auf den Rand des Oculars fallenden Strah
bestimmt wird. Diese Randstrahlen sind nämlich, wegen
sphärischen Gestalt aller Linsen, mehrern Unregelmäfsigk
unterworfen, die das Bild undeutlich machen und die
durch die oben erwähnten Blendungen ganz abgehalten w
den, so daſs also das Gesichtsfeld durch die letzte, dem O
lare B B nächste Blendung bestimmt wird, deren Oeffn
gewöhnlich noch bedeutend kleiner, als die der Ocular
selbst ist. Stellen a A α und b A β die Axen der beiden
fsersten Lichtbündel vor, so ist der scheinbare Gesichtswink

Mikroskops gleich dem Winkel a A b = α A β. Nennt daher D = A B den Abstand der beiden Linsen und = r den Halbmesser des Oculars, beide z. B. in Zollen drückt, so hat man

$$\text{Tang.}\,\varphi = \frac{r}{D},$$

is man den Werth von φ für jedes r und D leicht fin-

Noch mufs bemerkt werden, dafs es nicht gleichgültig ro das Auge des Beobachters steht. Will derselbe näm- das ganze Feld φ des Mikroskops mit einem Blicke über- , so mufs das Auge offenbar in demjenigen Puncte O der inschaftlichen Axe der beiden Linsen stehen, in welchem ufsersten, von den Endpuncten α' und β' des letzten Bil- ommenden Strahlen α'O und β'O, so wie überhaupt alle diesem Bilde $\alpha'\beta'$ kommende Strahlenbüschel sich durch- len. Dazu wird demnach erfordert, dafs das Auge O in nigen Entfernung von dem letzten Bilde stehn mufs, wel- der natürlichen Sehweite h = 8 Zoll des Auges entspricht. eder Beobachter, je nachdem er kurz- oder weitsichtig einen individuellen Werth von h hat, der oft selbst ei- Zoll gröfser oder kleiner als 8 Zoll seyn kann, so wird ntweder die Distanz D der beiden Linsen oder die Ent- ng des Objectivs A A von dem Gegenstande a b, seinem gemäfs, etwas verändern müssen, wodurch zugleich das eld φ des Mikroskops und seine Vergröfserungszahl m falls geändert werden. Zu diesem Zwecke sind an jedem eingerichteten Mikroskope zweierlei Vorrichtungen an- acht, durch deren eine man den Gegenstand dem Oculare r bringen oder davon entfernen kann, während man durch andere das Ocular von dem Objective mehr oder weniger rnt. Wenn also das Auge des Beobachters in dem er- nten Puncte O steht, so wird es das ganze eigentliche Ge- sfeld des Instruments selbst dann noch übersehn, wenn Pupille des Auges nur ein untheilbarer Punct wäre. Al- dann würde es auch, sobald es sich von dem Pun- O auch nur um die geringste Gröfse seitwärts entfernt, e Strahlen von dem Gegenstande mehr erhalten und da- gar nichts mehr von demselben sehn. Allein der Durch- ser der Pupille des menschlichen Auges ist nicht unend- klein, sondern er variirt zwischen den beiden Grenzen

Digitized by Google

von 0,06 und 0,10 eines Zolles, und so geschieht es, d
das Auge auch dann noch das ganze Feld des Mikros
übersieht, wenn es auch nicht genau in dem ihm oben a
wiesenen Puncte O steht.

Wir haben bereits oben die Nachtheile angeführt, welch
ein solches Mikroskop, das blofs aus zwei einfachen L
besteht, ausgesetzt ist, und gesehn, dafs man denselben w
nigstens gröfstentheils durch Hinzufügung eines zweiten o
auch wohl mehrerer Oculare abhelfen kann. Die vorzüglich
Unvollkommenheit, unter welcher jene Mikroskope mit z
Linsen leiden, ist die verschiedene Brechung der farbi
Strahlen, die verursacht, dafs die durch solche Instrum
gesehenen Gegenstände, besonders an ihren Rändern, mit a
Farben des Regenbogens spielen, wodurch die Deutlich
des Sehens nothwendig sehr gestört wird. Betrachten
demnach diejenigen Modificationen, welche die Hinzufü
Fig. einer zweiten Ocularlinse DD in den bisherigen Erschei
298. gen eines Mikroskops hervorbringt. Man pflegt dieses
u. 299. Ocular das Collectivglas zu nennen, weil es in der That
stimmt ist, die durch das Objectiv AA gebrochenen Stra
in einem engern Raume zu sammeln, und diese Collectivli
wird entweder zwischen die zwei Bilder $\alpha\beta$ und $\alpha'\beta'$ und
Objectiv gestellt, oder zwischen diese Bilder und das Oc
BB. Jene Einrichtung nennt man die des Campani, wäh
diese, von ihrem Erfinder, die Ramsden'sche heifst.

Durch dieses Sammeln der Strahlen in einem engern
me wird das Bild schon an sich in schärferen Umrissen
scheinen und dadurch zugleich einen gröfsern Theil des G
genstandes dem Auge sichtbar machen oder es wird das G
sichtsfeld des Mikroskops vergröfsern. Zwei wichtige V
theile, die allein schon hinreichend wären, die Zweckmäfs
keit der Hinzufügung einer solchen dritten Linse zu rechtfe
gen. Allein einen noch viel gröfsern Vortheil gewährt
solches Collectivglas, wenn es an die gehörige Stelle gebr
wird, dadurch, dafs es die oben erwähnte Farbenzerstreu
wenn auch nicht gänzlich, doch in ihren schädlichsten Th
len aufhebt. Wenn die durch eine oder mehrere Linsen g
brochenen Lichtstrahlen in irgend einem Puncte um die A
Fig. ein Bild erzeugen, so entsteht eigentlich immer eine Me
300. von Bildern, deren jedes seine eigene Farbe und Gröfse

die dicht hinter einander stehn. Die rothen Strahlen z. B., nter allen am wenigsten gebrochen werden, machen das Rr, die orangefarbenen das Bild Oo, die grünen das Bild nd die violetten endlich das Bild Vv, und das letzte das gröfste, so wie das erste oder das rothe das klein- on allen diesen Bildern seyn. Das Auge in O wird also, ese Bilder eine verschiedene Entfernung vom Auge ha- nur eines derselben, das vorderste, gut sehen, wenn das- in der Sehweite h des Auges steht, und wenn die ntfolgenden Bilder durch dieses erste nicht durchschim- n, so würde das Auge alle Gegenstände in einem röth- s Lichte erblicken. Ueberdiefs werden aber auch die ntern Bilder, als die gröfsern, über das rothe an den n Endpuncten des letzten hervorragen und dieses wird olge haben, dafs der Rand aller Gegenstände mit einem bogenartigen Saume von verschiedenen Farben eingefafst eint, was der Deutlichkeit des Sehens noch mehr hinder- ist. Es wäre daher ein Mittel sehr willkommen, die Grö- dieser Bilder so zu ordnen, dafs sie ihren Entfernungen Auge O genau proportional wären, wie dieses z. B. in eichnung ausgedrückt ist, wo das Auge in O die End- Fig. te aller jener Bilder auf einer und derselben geraden Li- 301. OV oder Ov sehen würde, so dafs also jene gefärbten er des Bildes ganz verschwinden. Dieses Mittel, an des- Möglichkeit Newton bekanntlich verzweifelte, giebt uns Collectivglas an die Hand. Die beiden Zeichnungen Fig. en durch die in denselben gezogenen, die Lichtstrahlen 298. ihren Brechungen darstellenden Linien einen allgemei- u. 299. Begriff von der Einrichtung dieser *Doppeloculare* geben, nan seit ihrer Erfindung bei allen bessern Fernröhren und oskopen vorzugsweise anwendet. Dabei ist $\alpha\beta$ das ei- iche Bild des Gegenstandes, das allein zur Wirklichkeit nt, während die andern $\alpha'\beta'$ und $\alpha''\ \beta''$ blofs zur Er- rung der Erscheinung dienen. Man bemerkt ohne be- ere Erinnerung, wodurch sich die beiden Zeichnungen üglich unterscheiden. In der ersten stehn nämlich die n Bilder $\alpha\beta$ und $\alpha'\ \beta'$ zwischen dem Ocular und der ectivlinse oder, wie man sich kürzer auszudrücken pflegt, *chen* den beiden Ocularen, während diese Bilder in der iten *aufser* diesen zwei Ocularen stehen. Dieser Unter-

Digitized by Google

schied ist aber, in Beziehung auf den Gebrauch des so gerichteten Instruments, von grofser Wichtigkeit, und da eigentliche Theorie, wenigstens der zweiten und vorzüg sten Einrichtung, so viel mir bekannt, noch in keinem W gegeben worden ist, so wird es hier nicht unzweckmäfsig scheinen, diesen Gegenstand näher zu betrachten, der für Construction der Fernröhre sowohl, als auch der Mikro sehr interessant ist.

VII. Theorie der Doppeloculare.

Nennt man wieder, um die schon oben gebrauchten zeichnungen beizubehalten, a und α die beiden zusamm gehörenden Vereinigungsweiten der ersten Linse oder des jectivs des Fernrohrs oder des Mikroskops, welches Obj ich hier bereits als ein doppeltes oder als ein von den be Abweichungen der Kugelgestalt und der Farbenzerstreuung freites Linsenglas voraussetze. Die Brennweite desselben p, der Oeffnungshalbmesser z und zwischen diesen bei Gröfsen bestehe, wie zuvor, das Verhältnifs $z = p w$. Für zweite und dritte Linse oder für die beiden Oculare wo wir alle jene Gröfsen durch einen und durch zwei Striche zeichnen. Ueberdiefs sey m die Vergröfserungszahl des strums und φ der scheinbare Halbmesser seines Gesich feldes.

Dieses vorausgesetzt hat man aus den ersten optis Gründen[1] die bekannten Gleichungen

$$m = \frac{\alpha\alpha'}{aa'}, \quad p' w' = (a' + \alpha)\varphi,$$

$$w'' - w' = (m - 1)\varphi \text{ und } \frac{1}{p} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{\alpha'},$$

auf welchen die ganze Theorie der hier in Rede stehen Doppeloculare beruht, insofern die Farbenzerstreuung, a wir weiter unten Rücksicht nehmen wollen, als nicht be hend angesehn wird. Da übrigens bei diesen Instrumen sowohl die auf das Objectiv, als auch die am Ende aller chungen auf das Ocular fallenden Strahlen unter sich par seyn sollen, so ist in den vorhergehenden Ausdrücken a =

1 Vergl. Art. *Linsenglas* a. a. Or

Digitized by Google

$a''=p''$. Endlich ist auch, da wir zwischen diesen drei
n des Instruments nur ein einziges wahres Bild voraus-
, die Vergrösserungszahl m negativ oder, mit andern
en, das Bild steht verkehrt.

Um diesen Gleichungen eine zu unserem Zwecke beque-
Gestalt zu geben, wollen wir $w''=\Theta w'$ und $a'=k.\alpha'$
men, wodurch man erhält

$$\left.\begin{array}{l} \frac{p}{kp''},\ p'=-\frac{p}{h}(\Theta-1), \\ -\frac{p}{h}(\Theta-1)(k+1) \text{ und } \alpha'=-\frac{p(\Theta-1)(k+1)}{hk} \end{array}\right\} \quad . . (A)$$

r Kürze wegen $h=\Theta-m+(\Theta-1)k$ gesetzt wor-
t.

ennt man so die Grösen a', α' und p'', so ist auch die
z Δ des Objectivs von dem Collective und die Distanz
Collectivs von dem Oculare gegeben, da man hat

$$\Delta=\alpha+a' \text{ und } \Delta=\alpha'+a'',$$

also seyn wird

$$\Delta=-\frac{p}{h}(m-1)$$

$$'=\frac{p}{mhk}\left[\Theta-m+(\Theta-1)[(1-m)k-m]\right],$$

Grösen Δ, Δ ihrer Natur nach positiv seyn sollen, so
ch $w'>(1+k)\frac{z}{p}$ und $w''>\frac{kz}{p}$ genommen werden mus.
lat man für die Entfernung des Auges hinter der drit-
se oder hinter dem eigentlichen Oculare den Ausdruck

$$\frac{pw''}{m.\varphi}.$$

rhergehende zeigt, dafs die Aufgabe der Bestimmung
Doppeloculars unendlich viele Auflösungen zuläfst, da,
wenn man auch alle die drei Linsen, wie hier vor-
tzt wird, convex oder die Werthe von p, p' und
tiv annehmen wollte, doch die beiden Grösen Θ und
Willkür überlassen bleiben. Allein diese Willkür ist,
r sogleich sehn werden, durch die Natur des Problems
sehr beschränkt und man darf nicht für Θ und k jeden
en Werth annehmen. Setzt man z. B. voraus, dafs

das Gesichtsfeld des Instruments, alles übrige gleich g
men, so grofs als möglich seyn soll, was allerdings e
Hauptforderungen ist, die man an jedes gute Fernroh
Mikroskop machen soll, so wird man $w'' = -w'$, da
$\Theta = -1$ setzen, und dadurch ist also der eine We
beiden willkürlichen Gröfsen Θ und k schon bestim
dafs demnach die vorigen Gleichungen in die folgende
gehn:

$$\left.\begin{aligned} m &= \frac{p}{k p''}, \quad p' = \frac{2p}{h} \\ a' &= \frac{2p}{h}(k+1), \quad \alpha' = \frac{2p(k+1)}{hk}, \\ \Delta &= -\frac{p}{h}(m-1) \text{ und } \Delta' = \frac{p}{hkm}(m-1)(2k+1) \end{aligned}\right\} \ldots$$

in welchen wieder $h = -1-m-2k$ vorausgesetzt

Da überdiefs bereits oben $w' > (1+k)\frac{z}{p}$ war u
allen guten Instrumenten, wie ebenfalls früher b
merkt worden ist, der Werth von w' höchstens gle
$\frac{z}{p}$ nahe gleich 0,05 ist, so zeigt der letzte Werth von
$k < 4$ seyn mufs, so wie auch aus der Gleichung
folgt, dafs k eine negative Gröfse ist. Allein der
hende Ausdruck für die immer positive Gröfse Δ' z
auch der Werth von $(2k+1)$ immer negativ seyn
daraus folgt, dafs man die Gröfse k immer zwischen
den Grenzen $k = -\frac{1}{2}$ und $k = -4$ annehmen

Allein schon die vorhergehende Bemerkung, da
eine negative Zahl ist, ohne übrigens auf die Grenzen
zwischen welchen sie eingeschlossen ist, führt sch
nen sehr wesentlichen Umstand, nämlich auf eine E
dieser Doppeloculare in zwei Classen, deren jede,
ter sich in ihrer Einrichtung gänzlich verschieden
gesondert betrachtet werden mufs. Es ist nämlich
men worden

$$k = \frac{a'}{\alpha'},$$

und demnach, da k negativ ist, entweder 1) die Gr

Digitized by Google

und a' negativ, oder II) umgekehrt die Gröfse a' positiv dagegen α' negativ. In diesem Falle II aber fällt das ge Bild, welches durch diese drei Linsen hervorgebracht , zwischen die beiden ersten Linsen oder zwischen das tiv und die Collectivlinse, in dem Falle I aber zwischen eiden Oculare. Betrachten wir jeden dieser beiden Fälle

I. Erste Classe von Doppeloculare n.

n dieser Classe fällt also das wahre Bild zwischen die e letzten Linsen oder zwischen das Ocular und das Col- Fig. und es ist $\Theta = -1$, α' positiv und a' negativ. Diese 298. ist es, welche oben unter der Benennung des Campa- en Oculars vorgekommen ist.

immt man die Vergröfserungszahl m bedeutend grofs an k, wie dieses bei allen bessern optischen Instrumenten ll ist, so kann man $h = -m$, also auch

$$a' = -\frac{2p}{m}(k+1) \text{ und } \Delta = -\frac{p}{km}(2k+1)$$

, woraus folgt, dafs das negative k gröfser als die Ein- yn mufs und dafs daher der oben noch ganz willkür- Werth von k zwischen -1 und -4 fällt. Jede An- von k zwischen diesen beiden Grenzen bildet daher am eine *neue Art* von Doppelocularen dieser ersten . Wir wollen nur einige derselben betrachten.

Erste Art. Sey $k = -\frac{1}{2}$, so geben die Gleichungen (I)

$$p' = -\frac{2p}{m-2},\quad p'' = -\frac{2p}{3m},$$

$$\Delta = \frac{p(m-1)}{m-2},\quad \Delta' = -\frac{4p(m-1)}{3m(m-2)},$$

$$a' = \frac{p}{m-2},\quad \alpha' = -\frac{2p}{3(m-2)}.$$

Zweite Art. Sey $k = -\frac{(3m+1)}{2(m+1)}$, so geben die Glei- gen (1)

$$p' = -\frac{2p(m+1)}{m(m-1)},\quad p'' = -\frac{2p(m+1)}{m(3m+1)},$$

Digitized by Google

$$\Delta = \frac{p}{m}(m+1),\ \Delta = -\frac{4p}{m}\cdot\frac{m+1}{3m+1},$$

$$a' = \frac{p}{m},\ a' = -\frac{2p}{m}\cdot\frac{m+1}{3m+1}.$$

Ganz dieselben Ausdrücke findet auch Prechtl[1], übrigens schon von Klügel[2] als sehr zweckmäfsig angegeben werden. Da in ihnen $a' = p''$ ist, so fällt das wahre des Gegenstandes genau in die Mitte zwischen die beiden lare, also an die vortheilhafteste Stelle. Je näher übe k an $-\frac{1}{2}$ genommen wird, desto näher fällt das Bild die Mitte der beiden Linsen, und je näher k an -1 g men wird, desto näher fällt das Bild an das eigentliche lar, welcher letzte Fall vermieden werden soll, weil so Staub, der auf diesem Oculare liegt, oder die Streifen, in seiner Masse sind, sichtbar werden und störend a Deutlichsehn einwirken. Der Halbmesser des Ge des ist

$$\varphi = \frac{2w'}{m-1},$$

also auch, wenn man, wie gewöhnlich, $w' = \frac{1}{4}$ nimmt,

$$\varphi = \frac{1719}{m-1} \text{ Minuten.}$$

Uebrigens bemerkt man von selbst, dafs, wenn die V fserungszahl m beträchtlich ist, diese beiden Arten nahe tisch werden.

Für ein besonderes Beispiel sey $k = -1{,}6$, $m =$ und $p = 60$ Zoll, so wie $z' = 0{,}93$ gegeben, so finde durch die Gleichungen (1) für die Construction eines s Doppeloculars der ersten Classe, wenn alles in Zollen a drückt wird,

$$p' = 3{,}73; \quad p'' = 1{,}25;$$
$$\Delta = 57{,}76; \quad \Delta' = 2{,}65.$$

Ferner ist $w' = \frac{z'}{p'} = \frac{1}{4} = -w''$, also auch der Oeff halbmesser des Oculars $z'' = p''w' = 0{,}31$ und das hal sichtsfeld

---

1 Dessen praktische Dioptrik. Wien 1828. 8. S. 187.
2 Analytische Dioptrik. Leipz. 1778. 4.

$$\varphi = \frac{1719}{31} = 55{,}4 \text{ Minuten.}$$

nrichtung stimmt sehr nahe mit jener überein, die , Ramsden, Fraunhofer und Plössl ihren Dop- n dieser ersten Classe gegeben haben.

ein letztes Beispiel nehmen wir für eine schwache rung $m = 10$ die Gröfse $k = -1{,}6$; $p = 25$ und an, so geben die Gleichungen (1)

$$p' = 4{,}10; \quad p'' = 1{,}56;$$
$$\Delta = 22{,}54; \quad \Delta = 3{,}10 \text{ Zoll.}$$

t $w' = \frac{z'}{p'} = 0{,}286$ und $z'' = p''w'' = p''.w' = 0{,}45$,

s halbe Gesichtsfeld

$\varphi = 178{,}8$ Min. $= 2$ Gr. 58,8 Min.,

Einrichtung stimmt wieder sehr nahe mit derjeni- in, die Fraunhofer seinen Nachtfernröhren oder annten Kometensuchern gegeben hat.

gehen nun zur

weiten Classe der Doppeloculare

welche das Bild des Gegenstandes zwischen das Ob- die Collectivlinse fällt, d. h. für welche α' negativ sitiv ist, wobei die Gröfse Θ wieder ihren alten $= -1$ beibehält. Diese Classe von Ocularen sucht ebens in Euler's, Klügel's und anderer Optiker Der Erste aber, der ihrer in praktischer Beziehung it, ist Ramsden[1], auf welche Mittheilung wir spä- zurückkommen werden.

it man in den Gleichungen (A) den Werth von m grofs an, so hat man

$$: -\frac{2p}{m}(k+1) \text{ und } \Delta' = -\frac{p}{km}(2k+1).$$

und Δ' ihrer Natur nach positiv, m und k aber yn sollen, so zeigt die erste dieser Gleichungen, -1, und die zweite, dafs $k > -\frac{1}{2}$ ist, so dafs ischen die zwei Grenzen $-\frac{1}{2}$ und -1 fallen

—

losoph. Trans. 1783. p. 94.

Digitized by Google

Erste Art. Sey also k das Mittel jener beiden Grenzwerthe oder sey $k = -\frac{1}{2}$, so hat man für die Construction eines solchen Oculars

$$p' = -\frac{4p}{2m-1}; \quad p'' = -\frac{4p}{3m};$$

$$\Delta = \frac{2p(m-1)}{2m-1}; \quad \Delta' = -\frac{4p(m-1)}{3m(2m-1)};$$

$$a' = -\frac{p}{2m-1}; \quad \alpha' = \frac{4p}{3(2m-1)}.$$

Man wird aber bemerken, dass, den vorhergehenden Ausdrücken zufolge, das Bild desto näher an die Collectivlinse fällt, je näher k der Grenze -1 genommen wird. Setzt man daher in der

zweiten Art $k = -\frac{10}{11}$, so ist

$$p' = \frac{22p}{9-11m}; \quad p'' = -\frac{11p}{10m};$$

$$\Delta = -\frac{11p(m-1)}{9-11m}; \quad \Delta' = \frac{99p(m-1)}{10m(9-11m)};$$

$$a' = \frac{2p}{9-11m} \text{ und } \alpha' = -\frac{22p}{10(9-11m)}.$$

Ist z. B. für ein besonderes Exempel $k = -\frac{10}{11}$; $p = 1$, $m = -30$ und $z' = 0{,}973$, so erhält man, in Zollen ausgedrückt,

$$p' = 3{,}89; \quad p'' = 2{,}21; \quad \Delta = 60{,}36; \quad \Delta' = 1{,}81;$$

$w' = \frac{z'}{p'} = \frac{1}{4}$; $z'' = p'' w' = 0{,}55$ und für das halbe Gesichtsfeld

$$\varphi = \frac{2w'}{1-m},$$

oder eigentlich, wenn man das halbe Gesichtsfeld in Minuten des Bogens ausdrücken will,

$$\varphi = \frac{3438(2w')}{1-m} = 55{,}4 \text{ Minuten.}$$

Ebenso findet man für $k = -\frac{10}{11}$; $p = 60$; $m = -$ und $z' = 0{,}298$ die folgenden Werthe: $p' = 1{,}19$; $p'' = 0$, $\Delta = 60{,}28$; $\Delta' = 0{,}42$; $w' = \frac{1}{4}$; $z'' = 0{,}19$ und $\varphi = 1'$ Minuten. Beide Beispiele stimmen sehr nahe mit der Einrichtung überein, die Fraunhofer seinen Oculären bei den Meridiankreisen und Passageninstrumenten gegeben hat.

Digitized by Google

Nimmt man die Zahl m sehr grofs, wie dieses bei den so erwähnten Fernröhren der Fall ist, so gehen die Glei- gen (I) in folgende über:

$$p' = -\frac{2p}{m},\quad p'' = \frac{p}{km},\quad \Delta = -p,$$

$$\Delta = -\frac{p(1+2k)}{km},\quad a' = -\frac{2p}{m}(1+k) = \alpha'.k,$$

wenn man in diesen Ausdrücken für ein besonderes Ex- $k = -\frac{9}{10}$ setzt, so ist

$$p' = -\frac{2p}{m};\quad p'' = -\frac{10p}{9m};\quad \Delta = -\frac{8p}{9m};$$

$$a' = -\frac{p}{5m} \text{ und } \alpha' = \frac{2p}{9m},$$

diese letzte Anordnung schlägt Prechtl in seiner oben nten Schrift zur Ausführung als geeignet vor.

Allein in allem Vorhergehenden würde, wie man sieht, ie *Farbenzerstreuung*, die durch eben diese zwei Ocu- ntsteht, keine Rücksicht genommen, denn diejenige Zer- ung, die von dem Objective selbst entsteht, konnten wir echt übergehn, da wir schon vorausgesetzt haben, dafs ibe ein aus Kron- und Flintglas achromatisch zusammen- ztes ist. Dessenungeachtet, da die bisher entwickelten eln, wie wir gesehn haben, schon so nahe mit denjeni- Doppeloculären übereinstimmen, welche uns die besten schen und deutschen Künstler geliefert haben, so dürfte wohl annehmen, dafs diese Farbenzerstreuung der beiden re nicht eben sehr störend auf den Gebrauch derselben irken könne. Aber immer wird es, wenn anders diese cksichtigung nicht etwa andere Hindernisse erzeugen sollte, Zweifel gut seyn, auch auf sie noch Acht zu haben, und h ist es zur Vervollständigung dieses Gegenstandes noch messen, die zweckmäfsigste Einrichtung dieser ebenfalls matischen Doppeloculare näher zu untersuchen.

Achromatische Doppeloculare.

Die vorhergehenden Gleichungen (A) geben sofort

$$\frac{p''}{a'} = \frac{[\Theta - m + (\Theta - 1)k]}{m(1-\Theta)(1+k)},$$

Digitized by Google

wo wieder $k = \frac{a'}{\alpha'}$ und $\Theta = \frac{w''}{w'}$ angenommen wird. Die Ve
nichtung des farbigen Randes (am Ende von Abschn. VI)
Bildes aber, von dem wir bereits oben geredet haben,
nach bekannten optischen Grundsätzen durch die einfache
chung gegeben:

$$0 = w' + \frac{p'' w''}{\alpha'} \text{ oder } \frac{p''}{\alpha'} = -\frac{1}{\Theta}.$$

Setzt man daher diese beiden Werthe von $\frac{p''}{\alpha'}$ einander
so erhält man

$$\frac{\Theta - m + (\Theta - 1)k}{m(\Theta - 1)(k+1)} = \frac{1}{\Theta} \text{ oder } k = \frac{2m\Theta - \Theta^2 - m}{(\Theta - 1)(\Theta - m)}$$

und durch diese Gleichung, die also den vorhergehenden
chungen (A) noch hinzugefügt werden mufs, wird
die früher willkürliche Gröfse k vollkommen bestimmt
geben seyn. Substituirt man also diesen Werth von k
Gleichungen (A), so wird man zur Bestimmung der
tischen Doppeloculare folgende Gleichungen haben:

$$\left.\begin{aligned} p' &= \frac{p(1-\Theta)(\Theta - m)}{m(m-1)}; \quad p'' = \frac{p(1-\Theta)(\Theta - m)}{m(\Theta^2 - 2m\Theta + m)} \\ \Delta &= \frac{p}{m}(m - \Theta); \quad \Delta' = \frac{p(\Theta-1)^2(\Theta - m)}{m(\Theta^2 - 2m\Theta + m)}; \\ a' &= -\frac{p\Theta}{m} \text{ und } \alpha' = \frac{p\Theta(1-\Theta)(m-\Theta)}{m(\Theta^2 - 2m\Theta + m)} \end{aligned}\right\} \ldots$$

Zur näheren Discussion dieser Ausdrücke müssen wir
auch hier, wie oben, zwei Classen dieser Oculare
scheiden.

I. Erste Classe der achromatischen Doppeloculare.

In dieser Classe ist a' negativ und α' positiv oder
Bild fällt zwischen das Ocular und das Collectivglas. Da
die unbestimmte Gröfse k nicht mehr vorkommt, so mufs
Eintheilung nach Classen durch den Werth der Gröfse Θ
stimmt werden.

Für grofse Werthe von m ist

$$\alpha' = -\frac{p\,\Theta(\Theta-1)}{m(1-2\Theta)},$$

' positiv ist, so fällt Θ zwischen 0 und $-\infty$. Al-
eit von einander entfernte Grenzen können hier nicht
werden, denn ist w' die gröfste der beiden Grö-
nd w'', so soll immer $w'' < w'$ oder doch höchstens
seyn, oder die Grenzen, zwischen welche Θ fällt,
$= 0$ und $\Theta = -1$ seyn.

Art. Sey $\Theta = -1$, so hat man durch Hülfe der
en (II)

$$p' = \frac{2p(1+m)}{m(1-m)};\quad p'' = -\frac{2p(1+m)}{m(1+3m)};$$

$$\Delta = \frac{p}{m}(1+m);\quad \Delta' = -\frac{4p(1+m)}{m(1+3m)};$$

$$a' = \frac{p}{m};\quad \alpha' = -\frac{2p(1+m)}{m(1+3m)},$$

e an sich negative Gröfse und zugleich $\alpha' = p''$ und
' ist und wo man wieder hat

$$\varphi = \frac{(\Theta-1)w'}{m-1} = -\frac{2w'}{m-1}.$$

t merkwürdig, dafs diese Ausdrücke durchaus mit
ätisch sind, die wir schon oben für die erste Art der
isse der noch chromatischen Doppeloculare erhalten
o dafs also durch die blofse Stellung des Bildes in
zwischen beiden Ocularen die Farbenlosigkeit des
n selbst schon erreicht wird.

ir einen besondern Fall $\Theta = -1$, $p = 70$,
$m = -100$ und $z' = 0{,}3$,
man
,37; $p'' = 0{,}46$; $\Delta = 69{,}3$; $\Delta' = 0{,}93$; $z'' = 0{,}10$

$6876\frac{w'}{m-1} = 17{,}3$ Minuten, wenn $w' = \frac{1}{4}$ ist.
Verthe von Θ zwischen 0 und -1 geben sämmtlich
res Gesichtsfeld und $\Theta = 0$ giebt

$$\varphi = \frac{3438w'}{m-1},$$

die Hälfte des Vorhergehenden.

Digitized by Google

II. Zweite Classe der achromatischen D peloculare.

In dieser Classe ist a' positiv und α' negativ un Bild fällt zwischen das Objectiv und die Collectivlinse. α' negativ ist, so ist auch die Gröfse

$$\frac{\Theta(\Theta-1)}{1-2\Theta}$$

negativ, und da Θ nie gröfser als die Einheit seyn sol mufs, für unsern Fall, der Werth von Θ zwischen 0 $+\frac{1}{2}$ fallen.

Bei der Rücksicht auf die Farbenzerstreuung ist dahe die Oculare der zweiten Classe der für die Gröfse des sichtsfeldes

$$\varphi = \frac{(\Theta-1)\,w'}{m-1}$$

günstigste Fall, oder $\Theta = -1$, ganz *unmöglich*, d. h. w man bei diesen Ocularen den farbigen Rand wegbringen so kann dieses *nur auf Kosten des Gesichtsfeldes* gesch Selbst die Gröfse $\Theta = \frac{1}{2}$ führt schon auf unmögliche Re tate, da dann $\alpha' = \frac{\Theta(\Theta-1)}{1-2\Theta}$ unendlich grofs wird, w rend es doch einen negativen Werth haben soll. Je n man übrigens die Gröfse Θ an der einen ihrer Grenzen $\frac{1}{2}$ nimmt, desto gröfser wird das Gesichtsfeld φ, aber auch $\Theta = 0$ selbst ist erst

$$\varphi = -\frac{w'}{m-1},$$

also nur die Hälfte von dem der ersten Classe.

Erste Art. $\Theta = +\frac{1}{4}$ giebt nach den Gleichunge für gröfsere Werthe von m

$$p' = -\frac{3p}{4m};\ p'' = -\frac{3p}{2m};\ \Delta = p;\ \Delta' = -\frac{9p}{8m};\ a' = -$$

und

$$a' = \frac{3p}{8m},$$

und überdiefs

$$\varphi = -\frac{3w'}{4(m-1)},$$

also φ nur gleich $\frac{1}{6}$ des Gesichtsfeldes der ersten Classe.

Digitized by Google

ſs p' kleiner als p'' oder die Brennweite des Collectivs
r als die des Oculars. Allein solche Doppeloculare hat
keiner der bessern Optiker auch nur versucht, und wie
hn, so verdienten sie es auch nicht, da sie den vor-
henden weit nachstehn.

Was ist aber daraus für die Ausübung zu schliefsen?
man bei den Doppelocularen auf diejenigen, welche das
aufser den beiden Linsen haben, ganz verzichten soll?
würde man aber eines grofsen und sehr schätzbaren Vor-
entbehren, den diese Oculare der zweiten Classe für
öhre sowohl als auch für Mikroskope gewähren. Allein
man die Farbenzerstreuung nicht berücksichtigt, so ha-
wir oben gesehn, dafs sich dann diese zweite Classe
wohl ausführen läfst und dafs auch für sie das Ge-
sfeld

$$\varphi = \frac{2\,w'}{1 - m}$$

immer so grofs ist, als man es unter den gegebenen
ständen nur wünschen kann, dafs auch FRAUNHOFER bei
n Mittagsfernröhren sie in der That ausgeführt und dafs man
bisher als die besten beibehalten hat. Also mufs wohl die
nzerstreuung so gering seyn, dafs man sie ohne merkli-
Fehler gänzlich vernachlässigen kann. Und so ist es auch,
die Erfahrung gezeigt hat und wie man auch leicht durch
Analyse zeigen kann.

Das Resultat dieser Untersuchung ist demnach, dafs man
solche Doppeloculare, die ihr Bild aufser den beiden Lin-
haben, die Farbenabweichung absichtlich unberücksichtigt
n und daher diese Oculare nach den vorhergehenden For-
n der *zweiten* Classe construiren wird, um dafür nicht
ein gröfseres Gesichtsfeld, sondern auch nach einen an-
n, diesen Ocularen der zweiten Classe eigenthümlichen Vor-
l zu erreichen.

Und worin besteht dieser eigenthümliche Vortheil?
NSDEN, der Erfinder dieser zweiten Classe der Oculare, hat
selbst sehr gut gesagt, wie er denn auch mit seinem gro-
praktischen Tastsinn den Unterschied der beiden Clas-
sehr richtig bezeichnete, obschon er sich, wie man in seiner

---

1 A. a. O. Philos. Trans. 1783.

Digitized by Google

Schrift sieht, vergebens abmühte, den theoretischen Gr
dieses Unterschiedes zu finden. Er erkannte, wie es von
nem Künstler seiner Art zu erwarten ist, den Nachtheil
Oculare der ersten Classe, wo das Bild zwischen die be
Linsen fällt, sehr wohl, indem er bemerkt, dafs jede
Verrückung des Oculars, die wegen der verschiedenen
sichtigkeit der Beobachter, wegen der Reinigung der
von Staub u. dgl. nothwendig ist, auch sofort die Rectific
des ganzen Instruments stört, und dafs zweitens das Collecti
von dem Objectiv erzeugte Bild verkleinert, aus welcher Ur
die Brennweite des eigentlichen Oculars wieder bedeutend k
gemacht werden mufs. Allein dieses Letztere hat zur Fo
dafs selbst die feinsten Fäden des Mikrometers schon viel
dick erscheinen, um bei sehr scharfen Messungen noch
Sicherheit gebraucht werden zu können. Diesen und an
von ihm noch aufgezählten Nachtheilen wollte er anfangs d
ein Zurückgehn auf die früher gebrauchte einfache Ocul
begegnen, wodurch aber das Gesichtsfeld wieder viel zu k
wurde, um bei astronomischen oder auch bei mikroskopi
Messungen mit Nutzen gebraucht zu werden. Später ge
er auf die Auskunft, die Ocularlinse, nach Art der Objecti
doppelt zu machen, allein er fand bald, dafs solche Ocul
eine zu grofse Oeffnung fordern, einen zu grofsen Lichtv
lust verursachen und von der Kugelabweichung nur schwer
befreien sind. Endlich, nach vielen vergeblichen Versu
verfiel er auf den Bau solcher Doppeloculare, wie wir s
der zweiten Classe aufgezählt haben, wo nämlich das
nicht mehr zwischen die beiden Ocularlinsen, sondern z
schen das Objectiv und Collectiv, ganz nahe bei dem letzt
fällt. Er war mit dem Erfolge seiner praktischen Ausführ
schon zufrieden und er hatte auch guten Grund dazu; d
nicht ebenso zufrieden zeigte er sich selbst mit dem, was
die Theorie der neuen Oculare nannte, indem er zum Schl
seiner eben erwähnten Abhandlung sagt: *But to gi
proper demonstration would require more leisure, than
consistent with the situation of one not very conversant wi
mathematics, and therefore the whole is only given in h
pes, that some person of more abilities in the science of o
tics will favour us with a general theorem, in order that
application may be more universal.* Dieses offene, den gro

ehrende Selbstgeständnifs mag die schon öfter aufge-
leinung berichtigen, dafs die ersten englischen Opti-
lands auch zugleich sehr hohe mathematische Kennt-
iessen haben. Weder die Künstler jenes Landes, noch
d eines andern, den einzigen Fraunhofer vielleicht
imen, haben so viele theoretische Kenntnifs und Ue-
iessen, um sich durch die Theorie in ihren Ausfüh-
iten zu lassen, und ohne Zweifel ist dieses die Haupt-
warum die Sache selbst noch immer so viel zu wünschen
it, wenn man gleich gestehn mufs, dafs auch schon
lische Tact eines Dollond, Ramsden, Plössl u. A.
izende Erfolge erzeugt hat. Aber welche ganz an-
den wir vielleicht erreicht haben, wenn dieser prak-
istsinn zugleich durch tiefere mathematische Kennt-
erstützt worden wäre. Was man auch schon in äl-
neuern Zeiten über diesen Gegenstand gesagt haben
mer wird es eine nicht genug zu beachtende Wahr-
ien, was Horaz so schön ausgedrückt hat:

— — *Ego nec studium sine divite vena,*
Nec rude quid prosit video ingenium: alterius sic
Altera poscit opem res et conjurat amice.

VIII. Spiegelmikroskope.

wie man, bald nach der Erfindung der dioptrischen
, auch katoptrische, mit Spiegeln versehene Instru-
ser Art zu verfertigen suchte, so hat man es auch
Mikroskopen gethan, beides vorzüglich auf Newton's
er, durch einen Fehlschlufs, den er aus seinen Be-
gen gezogen hatte, verleitet, die Behauptung aufge-
e, dafs sich bei dioptrischen Fernröhren und Mikro-
er Fehler der Farbenzerstreuung nicht wegbringen
dafs man sich daher, wenn man vollkommene In-
dieser Art erhalten wolle, zu den Spiegeln wenden

einfachste Spiegelmikroskop ist ein Hohlspiegel CD, Fig.
elchen bekanntlich das Gesicht des in den Spiegel 302.
n Beobachters immer vergröfsert wird, wenn derselbe
i dem Spiegel steht, als die Brennweite desselben
Bringt man einen kleinen Gegenstand ab innerhalb

Digitized by Google

der Brennweite eines stark concaven Hohlspiegels, so wird das Bild desselben sehr vergrößert in $\alpha\beta$ darstellen, und so oft im Durchmesser vergrößert, als die Distanz O m des jects in der Distanz O n des Bildes enthalten ist. Sind lich wieder a und α die beiden zusammengehörenden nigungsweiten der Lichtstrahlen vor und nach der Re so hat man für alle Erscheinungen, welche ein Spiegel tet, dessen Brennweite p ist, dieselbe Gleichung

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha},$$

die wir schon oben für die gebrochenen Strahlen gefunden

Wenn man also die von dem Spiegel CD ten Strahlen mit einer auf der Axe des Spiegels ten Tafel auffängt, so wird man auf dieser Tafel größerte Bild $\alpha\beta$ des Gegenstandes a b mit freien Auge blicken. Wenn man aber dieses Bild, statt mit dem waffneten Auge, durch eine convexe Linse betrachtet, dasselbe noch bedeutend größer und schärfer erscheint man wird ein *zusammengesetztes Spiegelmikroskop* haben. sind, seit Newton's Zeiten, auf mannigfaltige Weise richtet worden. Die neueste und auch wohl vorzüglichste ser Einrichtungen ist die des Prof. Amici in Modena.

Fig. 303. sieht sie nach ihren Hauptbestandtheilen in der Zeichnung gestellt. Dieses Spiegelmikroskop besteht nämlich aus größeren hohlen Metallspiegel A, einem kleinen Plan B und aus einer biconvexen Ocularlinse F, alle drei in Rohre befestigt, das gegenüber dem Planspiegel eine öffnung C hat, durch welche das Licht von dem auf dem jecttische D liegenden Gegenstande auf den Planspiegel B, da auf den Hohlspiegel A und von diesem endlich auf Ocular F reflectirt wird, von welchem es, in dem Punct gebrochen, in das Auge des Beobachters gelangt. Die des Hohlspiegels fällt mit der Axe der Ocularlinse in dieselbe Linie zusammen und der kleine Planspiegel gen diese Axe um 45 Grade geneigt. Zur Beleuchtung Gegenstandes auf dem Objecttischchen D sind mehrere Spi seitwärts dieses Tisches oder für diaphane Gegenstände unter dem Tische angebracht. Amici hat mehreren dieser E spiegel eine elliptische Krümmung gegeben, da man sich schon mit einer sphärischen zu begnügen suchte. Seine

Digitized by Goo

ente stellen die Gegenstände ohne Farbenzerstreuung und charf dar; sie geben überdiefs eine sehr starke Vergrö-g, aber dafür wenig Lichtstärke. Goring in England eses Instrument noch in manchen Theilen zu verbessern it. Seine Planspiegel sind viel kleiner, als die von , und auch seine Hohlspiegel haben eine viel geringere weite von 1 bis 0,3 Zoll, bei einer Oeffnung von nur oll im Durchmesser. Der Optiker Cuthbert verfertigte Goring's Leitung sehr kleine, elliptische Hohlspiegel- die vorzüglich gute Wirkung haben sollen. Sie haben halben Zoll Brennweite und ebensoviel Oeffnung; ja elliptische Spiegel von $\frac{3}{10}$ Zoll Brennweite und Oeff- sollen noch recht gute Dienste leisten.

IX. Sonnen- und Lampenmikroskop.

as *Sonnenmikroskop* wurde früher vorzugsweise ge-t, um sehr grofse Vergröfserungen hervorzubringen. Ge-ich wendet man es nur für durchsichtige Gegenstände an, die undurchsichtigen minder vortheilhaft darstellt. Man es auch für gröfsere Gegenstände einzurichten, um z. B. ene, eine Spinne u. dgl. ganz und in allen ihren Thei-f einmal zu übersehn, in welchem Falle man es auch *Megaskop* zu nennen pflegt. In den neuern Zeiten wird onnenmikroskop den oben angeführten, und mit Recht, esetzt, daher man dasselbe mehr zu optischen Unterhal-n, als zu rein wissenschaftlichen Zwecken zu gebrau- pflegt. Aus diesem Grunde wird eine kurzgefafste Er-g dieses und auch des ihm ähnlichen Lampenmikroskops genügend erscheinen.

Die Wirkung des Sonnenmikroskops beruht auf der Er- Fig. aung, die wir oben (Abschn. VI.) dargestellt haben. Wenn 294. nämlich den Gegenstand a b näher an den Brennpunct p' iconvexen Linse C rückt, so entfernt sich das Bild $\alpha\beta$ er Linse und wird zugleich gröfser, und wenn man keine e Schärfe in der Begrenzung dieses Bildes sucht, so kann die Vergröfserung desselben so weit treiben, als man eben

Bringt man daher in dem Fensterladen eines verfinsterten ners eine kleine Oeffnung und in derselben eine convexe

Digitized by Google

Glaslinse an, so kann man einen kleinen Gegenstand
weniges aufser der Brennweite p' dieser Linse, z. B. in
festigen und dann, auf der andern Seite der Linse,
finstern Zimmer, den Gegenstand sehr vergröfsert
weifsen Tafel erblicken. Aber das Licht dieses Bild
offenbar desto schwächer seyn, je mehr das Bild selb
gröfsert wird, so dafs man daher vor allem für ein
starke Erleuchtung des vor der Linse stehenden Gegen
a b Sorge tragen mufs. Die blofse Beleuchtung d
Sonnenstrahlen genügt hier nicht, sondern man mufs ih
nahe in den Brennpunct einer andern convexen Linse
eines Hohlspiegels bringen. Die Vergröfserung des Bil
gleich dem Quotienten $\frac{C\alpha}{Ca}$, d. h. sehr nahe gleich der Entf
des Bildes von der Linse, dividirt durch die Brennweite der L

Auch kann man diese, aus den erwähnten beiden
bestehende Vorrichtung in einem Rohre oder in einem
aufstellen, wie die Zeichnung angiebt, wo a b der kl
genstand ist, der sehr nahe in dem Brennpuncte der st
Fig. 304. vexen, also mit einer kleinen Brennweite versehenen L
steht. Ein beweglicher Planspiegel C sendet das auf ih
lende Sonnenlicht auf eine zweite Linse A von gr
Brennweite, welche ebenfalls so gestellt wird, dafs de
genstand a b nicht fern von dem Brennpuncte der Li
steht und dafs daher das von dem Planspiegel kommende
durch diese Linse sehr concentrirt, auf den Gegens
fällt, wodurch derselbe sehr stark erleuchtet wird und
ein lebhafter beleuchtetes Bild $\alpha\beta$ auf der Tafel geben
die jenseit der ersten Linse B aufgestellt ist.

Ein solches Sonnenmikroskop hat die Bequemlichkeit,
mehrere Personen zugleich das Bild sehen können, da
Vergröfserung des Bildes sehr weit getrieben werden und
man auch sehr leicht eine Zeichnung des Bildes ent
kann. Aber es hat nie die Deutlichkeit und die scharfe
grenzung eines Mikroskopes der frühern Art, wie sie
Fraunhofer, Amici, Plössl, Schiek oder den engl
Künstlern gemacht werden, und dieser Uebelstand wird
bedeutender, je stärker die Vergröfserung ist.

Fig. 305. Das *Lampenmikroskop* ist von dem Sonnenmikro
wesentlich nur darin verschieden, dafs es, statt von der S

n Lichte einer Lampe erleuchtet wird. Die sehr con-
ıse C erhält von der Lampe F, die in ihrem Brenn-
teht, das Licht und wirft es in unter sich parallelen
auf den Hohlspiegel GH, der so geneigt ist, dafs er
haltene Licht auf den Gegenstand ab schickt und ihn
stark beleuchtet. Von da gelangen die Lichtstrahlen
ehr convexe Linse K, von wo sie convergirend auf
en einander stehende convexe Linsen B und A auf-
velche die Stelle einer einzigen sehr convexen Linse
und dann, nach dem Durchgange durch diese Lin-
verkehrte und zugleich sehr vergröfserte Bild $\alpha\beta$ auf
enüberstehenden Tafel entwerfen.

estimmung der Vergröfserung eines Mikroskops.

dem Vorhergehenden erhellt, dafs man die Ver-
szahl m eines jeden Mikroskops durch Rechnung er-
ın, wenn man das Product der zweiten Vereini-
en α, α', α''... aller Linsen durch das Product der
einigungsweiten a, a', a''... derselben aufser dem ersten
so dafs also die Vergröfserungszahl m in Beziehung
Durchmesser der durch das Instrument gesehenen

$$m = \frac{\alpha\alpha'\alpha''\ldots}{a'a''a'''\ldots}$$

lich gehört dieser Ausdruck für *Fernröhre* jeder Art;
kope aber wird man, wie ebenfalls aus dem Vorher-
olgt, diese Gröfse noch durch $\frac{h}{a}$ multipliciren, wo
veite für unbewaffnete Augen ist, die man gewöhn-
Zoll annimmt. Für Mikroskope hat man daher

$$m = \frac{h}{a} \cdot \frac{\alpha\alpha'\alpha''\ldots}{a'a''a'''\ldots}.$$

zusammengesetzten Mikroskopen ist es nicht immer
oft sogar unmöglich, die Gröfsen α, α'.. und
t Schärfe zu messen, daher man hier auf andere
ıcht seyn mufs, den Werth von m zu bestimmen.
nfaches Mittel für diesen Zweck bieten diejenigen
dar, die aus Glasplatten bestehn, auf welchen
rade Linien in engen und gleich grofsen Distanzen

Digitized by Google

von einander gezogen sind. Legt man ein solches Mikro gleichsam als ein zu betrachtendes Object unter das Mik und zählt man, wie viele Felder seines Gitters auf das sichtsfeld des Mikroskops gehen oder wie viele Felde auf einmal durch das Mikroskop übersehn kann, so se nun zu, wie viele solcher Felder auf den Durchmes letzten Diaphragma's gehn, durch welches jenes Ges eigentlich bestimmt wird. Gesetzt dieses Diaphragma e 5 Felder, während das Gesichtsfeld 100 derselben zei $m = 20$ oder $m^2 = 400$, d. h. das Mikroskop vergr Gegenstände im Durchmesser 20- und in der Oberfläch mal. Auch kann man zwei ganz gleiche Mikromet Art nehmen und den einen als Gegenstand auf den tisch und den andern auf das Diaphragma unter das legen. Da das letzte Mikrometer nur durch das Oc andere aber durch das ganze Linsensystem des Mikros gröfsert wird, so braucht man nur zuzusehn, wie v der des einen in ein Feld des andern fallen, um di fserung des Linsensystems, weniger das Ocular, zu wo dann die Vergröfserung des letzten, wenn die V desselben bekannt ist, leicht gefunden und daraus d gröfserung m des *ganzen* Mikroskops abgeleitet wer Noch einfacher wird es seyn, von diesen beiden M das eine mit dem einen Auge *unter* dem Mikros das andere mit dem andern Auge *aufser* dem Mikr betrachten. Wenn die Parallellinien beider Mikrom an einander liegen, so läfst sich leicht schätzen, Felder des einen Mikrometers auf eine bestimmte A Felder des andern gehn, wo dann die Division bei sofort die gesuchte Vergröfserung m des ganzen M giebt. Allein diese *Schätzung* ist selten genau g mehrere Beobachter, welche dieselbe an demselben I vornehmen, finden oft sehr verschiedene Resultate.

Eine andere viel vorzüglichere und für die P ebenso genaue als bequeme Methode, die Vergröfse Arten von Mikroskopen zu finden, hat v. Jacqu schlagen. Er bedient sich hierzu der bekannten S *schen Spiegelchen* und verfährt dabei auf folgende A

1 Wiener Zeitschr. Th. IV. S. 5 ff.

Digitized by Google

ıfachen hölzernen Gestelle, dessen horizontale Tafel a a Fig.
ıng ist, jedes Mikroskop so darauf zu stellen, dafs der 806.
ıct der Ocularlinse 8 Zoll von dem vertical aufgerich-
ıirme b b entfernt bleibt, wird das Mikroskop genau
Entfernung des Oculars von dem Schirme aufgestellt.
ıxionsspiegel p des Mikroskops wird durch eine zur
ıende Lampe d beleuchtet und ein auf Glas gravirtes
er auf dem Objecttische q zur deutlichen Ansicht ge-
Nehmen wir an, dafs auf diesem Mikrometer die Pa-
ıe in 30 gleiche Theile getheilt sey. Dem Ocular
r befindet sich an dem Schirme b b ein Blatt dickes,
ırtenpapier, das in den an beiden Rändern des Schir-
brachten Falzen sich höher oder tiefer schieben läfst,
Höhen verschiedener Mikroskope angepafst zu wer-
f diesem geschwärzten Kartenpapiere sind mit wei-
ı eine Anzahl horizontaler, feiner, paralleler Linien
deren je zwei nächste genau um eine Par. Linie von
ıbstehn. Dieser Mafsstab e e wird durch eine seit-
ıende, mit einem Reflexionsschirme versehene Lampe
et, die ebenfalls erhöht und erniedrigt werden kann,
beweglichen Mafsstabe immer gegenüber zu stehn.
d an den Ocularapparat des Mikroskops der Söm-
ıe Spiegel h mit seinem Ringe und Stellschrauben
ınd das Spiegelchen k an der Stelle des Auges un-
Winkel von 45 Graden gegen das Auge so gestellt,
Bild des Objects (nämlich des auf dem Objecttisch-
egenden Mikrometers) in die Mitte des Spiegels k
dafs dieses Object mit dem Auge des Beobachters
nso in dem Spiegelchen k, als unmittelbar durch das
sehn wird. Da man nun mit demselben Auge zu-
ı Mafsstab e e an dem Schirme in der normalen Seh-
sieht, als läge das Mikrometerbild, das man in dem
sieht, genau auf jenem Mafsstabe, so lassen sich,
ı durch Drehen des Mikrometers die Linien dessel-
den Linien des Mafsstabes e e parallel gestellt hat,
ei Theilungen des Mikrometers und des Mafsstabes
gleichen und daraus die Vergröfserungszahl m leicht
ı. Da nämlich eine jede Abtheilung des Mafsstabes
Linie beträgt und da auf dem Mikrometer jede Par.
30 gleiche Theile getheilt ist, so ist jede Abtheilung

des Mafsstabes gleich 30 Abtheilungen des Mikrometers. W daher z. B. eine Mikrometertheilung ($\frac{1}{30}$ Par. Linie) gen ner vollen Theilung des Mafstabes (1 Par. Linie) gleich sehn wird, so ist die Vergröfserung im Durchmesser m = oder m = 30. Wenn aber 3 Theile des Mikrometers 4 T des Mafsstabes decken, so ist m = 40, und überhaupt, a Mikrometertheile b Mafsstabtheile decken, so ist

$$m = \frac{30\,b}{a}.$$

Für die Beleuchtung des Mikrometers sowohl, als des Mafsstabes mufs dabei Sorge getragen werden, beide nicht nur hell genug, sondern auch gleichmäfsig hellt erscheinen. Das Auge des Beobachters wird man durch einen schief angebrachten Schirm vor Blendung das Licht f schützen können. Am besten wird man die tersuchung zur Nachtzeit vornehmen, da man bei Tag Licht der Sonne nicht so in seiner Gewalt hat. Die des Mikrometers mufs so eingerichtet seyn, dafs we immer ein Intervall dieser Theilstriche ganz im Sehfe Mikroskops sichtbar ist. Bei sehr starken Vergröfse wird man also wohl solche Mikrometer anwenden, auf w die Par. Linie in 60 oder 100 gleiche Theile getheilt ist. sich auf diese Weise auch die Vergröfserung der Spie kroskope und der einfachen Linsen bestimmen lasse, sich klar. Bemerken wir noch, dafs man den erwähnt nen Spiegelapparat Sömmering's bei dem Optiker P Wien um 6 Gulden Augsb. Cour. in einem sehr vollko Zustande erhalten kann.

XI. Mefsapparate bei Mikroskopen.

Bei jeder auf wissenschaftliche Zwecke gerichteten achtung eines Gegenstandes mit einem Mikroskope sol I. die Vergröfserung des Mikroskops, die man bei obachtung angewendet hat, und II. die wahre oder liche Gröfse des beobachteten Objects angegeben w Was die erste Frage betrifft, so haben wir so eben sten und bekannten Mittel, sie zu beantworten, mitg Den zweiten Gegenstand aber, die Bestimmung der lnten Gröfse des Objects, hat in den neuesten Zeiten e

cquis[1] auf eine Weise untersucht, die alle frühere hin-
ch zurückläfst, daher wir auch hier das Vorzüglichste aus
rwähnten Abhandlung mittheilen.

Mit Uebergehung mehrerer frühern Methoden, die abso-
Größe der durch ein Mikroskop gesehenen Gegenstände
zu schätzen, als wahrhaft zu messen, kann man drei
iedene Arten, mit mehr oder weniger Sicherheit zu die-
iele zu gelangen, anführen: I. das Glasmikrometer, II.
oppelbildmikrometer und III. das Schraubenmikrometer.
wollen jede derselben in der Kürze näher betrachten.

. Das *Glasmikrometer* besteht in einer Glastafel, auf welcher
itriche eingeritzt oder eingeätzt sind. Gewöhnlich sind es
parallele Linien, die sehr nahe bei einander stehn. Oft
n auch dieselben von andern darauf senkrechten geraden
durchschnitten, wodurch die sogenannten *Netze* ent-
Diese letzten haben den Nachtheil, dafs die Linien an
Durchschnittspuncten gewöhnlich ausspringen, daher die
, die ohnehin schon zu beinahe allen wissenschaftlichen
en genügen, vorzuziehn sind. Fraunhofer und Plössl
igten solche Mikrometer, deren äufserst feine Linien nur
01 Millimeter oder um den 2000sten Theil eines Zolles
inander abstehn. Sie werden, mit der Gravirung nach
gerichtet, auf den Objecttisch gelegt, dann sucht man
mit einer der schwächern Vergröfserungen ihre zweck-
e Lage und Beleuchtung durch Drehung des Mikrome-
nd des Illuminationsspiegels, und nun erst geht man,
verrückter Lage des Instruments zu den stärkeren Ver-
rungen über.

ine der einfachsten Anwendungen dieser Mikrometer be-
n der Messung des Durchmessers des Sehfeldes bei ver-
enen Vergröfserungen des Mikroskops. Ist das Intervall
ien zwei nächsten Theilstrichen des Mikrometers z. B.
ner Par. Linie und sieht man, dafs 250 solcher Inter-
uf den Durchmesser des Sehfeldes gehn, so beträgt die-
rchmesser 2,5 oder $2\frac{1}{2}$ Linien. Dieser Durchmesser ist
sern neuern Mikroskopen, selbst bei den schwächsten
fserungen derselben, selten über 6 Linien.

---

[1] Wiener Zeitschrift. Th. V. S. 149.

Digitized by Google

Um dann mittelst einer solchen Glastafel den Durchm
ser eines Objects zu messen, pflegen viele Beobachter
zu messende Object auf diese Glastafel zu legen und d
das Mikroskop zuzusehn, wie viele Intervalle der Tafel
Object einnimmt. Da aber bei einem solchen Verfahren
Tafel und das Object nicht in derselben Entfernung vom
abstehn, so kann man nicht leicht beide zugleich gut
auch sind bei opaken Gegenständen einzelne Theile auf
Art nicht leicht zu bestimmen, und endlich leidet, bei
sigen Objecten, das Mikrometer, indem es dadurch ver
nigt wird.

Besser wird man verfahren, wenn man dabei wieder
oben erwähnten Sömmering'schen Spiegel gebraucht.
projicirt nämlich auf die so eben beschriebene Weise
Bild des Objects in dem Spiegel auf den Mafsstab auf
Schirme b b und bestimmt dadurch unmittelbar die Di
sionen des Objects. Da nämlich die Vergröfserungsza
schon aus dem Vorhergehenden bekannt ist, so wird m
die auf dem Mafsstabe gefundene Gröfse durch diese Z
dividiren. Zeigt sich z. B. der Durchmesser des Object
dem Mafsstabe gleich 3 Par. Linien bei einer 40maligen
gröfserung, so ist der wahre Durchmesser gleich $\frac{3}{40} =$
Par. Linie.

Eine andere Methode, durch solche Mikrometer di
mensionen der Objecte zu bestimmen, setzt zwei einander
gleiche Mikrometer dieser Art voraus. Das eine dem
wird, nach abgeschraubter Ocularlinse, auf das zwischen
selben und dem Collectivglase befindliche Diaphragma g
so dafs die Gravirung abwärts oder gegen das Object gen
ist (zu diesem Zwecke trägt dieses Diaphragma gewöh
einen eigenen Falz, damit das Mikrometer sich nicht ver
ben kann). Dann legt man auch das zweite Mikro
gleichsam als ein Object, auf das Objecttischchen
stimmt dann genau, wie sich die Intervalle beider Mikr
gegen einander verhalten. Ist z. B. bei dem obern Mikrom
Par. Linie in 30 und bei dem untern in 60 Theile getheilt
deckt in dem Mikroskope ein Theil des untern genau
Theil des obern, so ist die Vergröfserung des untern M
meters durch das ganze Mikroskop $\frac{60}{30}$ oder 2mal so gro
die Vergröfserung des obern Mikrometers, welche letzte

erung blofs durch das Ocular hervorgebracht wird. Wenn also irgend ein anderes Object auf dem Objecttische mit obern Mikrometer mifst, so ist dasselbe auch um die e kleiner, als das so gefundene Mafs. Da nun hier das t sowohl, als auch das obere Mikrometer genau in der igen Sehweite stehn, so kann diese Messung, wie man sehr genau seyn und sie wird ebenso gut für opake, als iaphane Gegenstände angewendet werden können.

II. Die *Doppelbildmikrometer* sind von Dollond erfun- und von ihm zunächst zur Messung der Dicke der Wollfäden w. bestimmt worden. Sie bestehn, wie die *Heliometer*[1] stronomischen Fernröhren, aus einem planconcaven Glase, n seinem Durchmesser entzwei geschnitten und dann wie- ereinigt in einer Fassung zusammengepafst ist, so dafs die Hälften sich durch ein Triebrad neben einander ver- en lassen. Genau auf einander gepafst zeigen sie ein hes Bild des Objects, verschoben aber ein doppeltes. lamit zu messen, wird diese Vorrichtung unter dem Mi- ope vor das Objectiv gebracht und die Linsenhälften wer- o verschoben, dafs die zwei Bilder ganz unter einander i oder sich decken, und dann wird der Durchmesser des s oder eigentlich des Objectes, durch Hülfe der an den ngen angebrachten Scalen, ganz so bestimmt, wie bei Schraubenmikrometern, von denen wir sogleich reden wer- Da der Gebrauch dieser Mikrometer complicirt und un- em ist und die Kosten der Anschaffung auch nicht un- chtlich sind, so sind sie bisher wenig in Aufnahme ge- nen.

III. Das *Schraubenmikrometer* ist unter allen Vorrich- n, sehr kleine Objecte zu messen, das vorzüglichste, nders wenn es diejenige Einrichtung hat, die ihnen in letzten Zeiten Fraunhofer und Plössl gegeben haben. letztere Künstler hat eine wesentliche Verbesserung daran bracht, die in einer quer unter dem Objecttische hinlau- en feinen Mikrometerschraube besteht, durch welche der e Object-Apparat in der Richtung der Schraube sehr lang- hin und her geschoben werden kann. An der Axe dieser

1 S. Art. *Heliometer*. Bd. V. S. 221.

Mikrometerschraube ist eine Scheibe befestigt, auf deren R
die durch jede einzelne Umdrehung der Schraube bew
Verrückung in 100 und mit Hülfe eines Verniers in
Theile getheilt werden kann. Aufserdem werden auf
andern, neben der Axe angebrachten Scale die ganzen
drehungen der Mikrometerschraube gezählt. In den Oc
des Mikroskops wird auf der Blende entweder ein d
planes Glas befestigt, worauf mit Diamant zwei höchst
sich senkrecht kreuzende Linien gezogen sind, oder auf
Ring zwei sich senkrecht schneidende Spinnenfäden.
Linien werden entweder durch eigene, an dem Ocular
gebrachte Stellschrauben oder durch Drehung des g
Oculars so gestellt, dafs eine der beiden Linien des Kre
dens mit der Axe der Mikrometerschraube parallel laufe.
Werth einer Umdrehung der Mikrometerschraube mufs
den Mefsapparat besonders durch Versuche gefunden w
Zu diesem Zwecke wird ein Glasmikrometer unter das
skop bei mäfsiger Vergröfserung von z. B. 100 gebrach
mittelst der Mikrometerschraube so gestellt, dafs die sen
Linie des Kreuzes im Oculare genau auf eine Linie de
krometers nahe am Rande des Sehfeldes fällt; dann wird
wa mit Hülfe einer Loupe, nachgesehn und aufgeschr
wie die Scalen der Mikrometerschraube stehn. Dann b
man die Mikrometerschrauben durch Drehen, bis die
rechte Linie des Kreuzfadens genau die äufserste Lini
Mikrometers am andern Rande des Sehfeldes deckt.
bemerkt man zuerst den Raum, welchen die Linie des K
auf dem Glasmikrometer durchlaufen hat, und untersuch
nunmehr eingetretenen Stand der Scalen an der Mikro
schraube. Die Differenz beider Lesungen der Scalen
die Anzahl der einzelnen Theile, also hier die Tausendstel
Schraubenganges. Diese Zahl durch den oben genannten
dividirt giebt den gesuchten Werth eines solchen T
theilchens. Zur gröfsern Sicherheit wiederholt man d
Verfahren mit mehreren Stellen der Schraube und nimm
aus allen Resultaten das Mittel. Eine Tabelle, welch
Multipla dieser Tausendstel und ihre entsprechenden W
in Theilen des Zolls giebt, wird den Gebrauch eines s
Mikrometers sehr erleichtern. Will man dann einen G
stand messen, so bringt man ihn unter das Mikroskop

ihn mit dem einen Rande ganz scharf an die auf
ke der Mikrometerschraube senkrechte Linie des Kreuz-
, bemerkt den Stand der Scalen, bewegt dann die
ibe, bis die Kreuzlinie den andern Rand des Gegenstan-
nau trifft, und liest wieder die Scale ab; die Diffe-
beider Lesungen giebt dann in jener Tafel sofort den
ten Durchmesser des Gegenstandes in Theilen des Zolls
der Linie. Ist z. B. der Werth eines Tausendtheilchens
chraubengangs gleich 0,000142 Par. Linie und hat man
len, dafs der Durchmesser des Objects 296 solcher
e beträgt, so ist dieser Durchmesser gleich 0,04203
n.

Aeufsere Einrichtung der zusammengesetzten Mikroskope.

Da es nur bei geringen Vergröfserungen, z. B. den Lou-
möglich ist, das Mikroskop und das Object zugleich in
ben ruhigen Stellung vor dem Auge zu behalten, so
t man bei Mikroskopen von starker Vergröfserung, wo
nicht mehr angeht, bald auf eigene Gestelle denken,
s Object nicht nur in die wahre Stellung zum Auge zu
n, sondern auch darin unverändert zu erhalten. Wir
n hier nur die vorzüglichsten Theile dieses Gestelles in
Kürze näher betrachten.

Da der Gegenstand genau in die gehörige Entfernung von
Objectiv des Mikroskops gestellt seyn mufs, so hat das
lle eine eigene Schraubenvorrichtung, durch die man ent-
r das Objectiv dem festen Tischchen, oder dieses Tisch-
dem feststehenden Objective nähern kann. Die erste
chtung haben die meisten englischen Mikroskope und
st das Unbequeme, dafs der Beobachter für verschiedene
reinsätze nicht nur seine stehende oder sitzende Lage,
rn auch den Ort seines Auges stets ändern mufs. Die
te Einrichtung, die Fraunhofer und Plössl getroffen
n, leidet wieder unter dem Umstande, dafs die Beleuch-
für jede Vergröfserung eine andere ist. Welche dieser
n Bewegungen man aber auch wählen mag, immer ist es
g, sie so langsam und sicher als möglich machen zu kön-
damit das Object seine gehörige Stelle auf das Genaueste

Digitized by Google

einnehmen und in derselben ungestört verharren kann. U brigens geschieht diese Bewegung mittelst eines Getriebes a einer gezahnten Stange.

Das Objectivtischchen mufs so eingerichtet seyn, da ein Glasmikrometer, ferner einen Aufsatz mit einem Pla aufnehmen kann, auf welches man kleine Tropfen der F sigkeit bringt, die man im Mikroskope untersuchen will; lich noch einen gröfsern Aufsatz von zwei Hohlgläsern, schen welchen man kleine lebende Thierchen einsperrt. Z mäfsig, ja unentbehrlich ist eine Klemme an diesem Ti damit der Objectträger zwischen sie geschoben und da unverändert erhalten werden kann. An der gröfsern G der Plössl'schen Mikroskope besteht dieses Tischchen a über einander befindlichen durchbohrten Platten, wovon untere fest und die obere nach zwei auf einander senkr Richtungen beweglich ist. Auf der obern Platte befind ein gabelförmiges Stück, das durch eine Spiralfeder Platte angedrückt wird und durch einen leisen Druck m Finger wieder gehoben werden kann, durch welches d die oben erwähnte Klemme vertreten wird, die den O träger fest halten soll.

Der *Beleuchtungsapparat* besteht im Allgemeinen a nem Hohlspiegel, den man für diaphane Objecte, und a ner gröfseren Sammellinse, die man für opake Objecte wenden pflegt. Für die letzteren Objecte ist aber die *matische Linse*, die Selligue in Paris zuerst angegeben von ganz vorzüglichem Gebrauche. Sie besteht aus einem seitigen Prisma mit 2 convexen Flächen. Die durch die erste vexe Fläche einfallenden und gebrochenen Lichtstrahlen w von der ebenen, in der Fassung befindlichen Seite des P reflectirt und dann von der zweiten convexen Fläche gebrochen. Bei sehr starken Vergröfserungen pflegt ma das Licht zuerst durch eine Sammellinse oder durch Prisma zu concentriren, bevor es auf den Hohlspiegel Wo schon das gewöhnliche Sonnen- oder Lampenlicht reicht, das Object zu beleuchten, was bei geringen Verg rungen oft der Fall ist, bewirkt das von dem Spiegel de jecte zugeschickte Licht nur eine unangenehme und st Blendung, aus welcher Ursache man auch in diesen F

Spiegel umwendet und seine geschwärzte Rückseite dem cte zukehrt.

An mehreren Mikroskopen hat man eine eigene Vorrich-, um das Instrument aus der gewöhnlichen verticalen La- jede schiefe Richtung gegen den Horizont zu bringen, besonders zum Abzeichnen der Gegenstände bequem ist. Gröfsere Mikroskope haben stets mehrere Oculare sowohl ch Objective, um je nach dem Bedürfnifs des Beobach- erschiedene Vergröfserungen zu erzeugen. Bei den gröfs- ikroskopen Plössl's hat man drei Doppeloculare und Objective. Die letzten lassen sich, jedes für sich und mehrere hinter einander, an das Objectivende des Rohrs rauben, denn die ältern Einrichtungen, wo die Objective er Peripherie einer gemeinsamen Schraube gefafst sind, ch drehn läfst, mufs bei stärkeren Vergröfserungen als emessen verworfen werden. Die Objectivlinsen sind ge- lich numerirt, die schärfsten mit den höchsten Nummern. ind meistens achromatisch gebaut, nach denselben Vor- ten, die man für die Construction der Objective bei Fern- befolgt[1]. In den Mikroskopen von Plössl und Amici n zwei und auch drei dieser Objective übereinander ge- bt, so dafs sie sich fast berühren, um stärkere Vergrö- gen hervorzubringen, doch ist es nicht gleichgültig, wel- von diesen Objectiven man zusammenstellt, daher die ler eigene schriftliche Anleitungen dazu ihren Instrumen- beilegen.

III. Gebrauch der zusammengesetzen Mikroskope.

Die vorzüglichsten Forderungen, die man an jedes Mi- op, das auf die Benennung eines wahrhaft guten An- h machen soll, stellen kann, sind 1) eine starke *Ver- erung* der Gegenstände, 2) eine bedeutende *Lichtstärke* lben und 3) *Schärfe* und *Deutlichkeit* der einzelnen le der Gegenstände, die man durch das Instrument be- tet. Von den ersten beiden ist bereits oben das Vor- chste gesagt worden. Hier wollen wir nur, zur Ver- hung mit andern Instrumenten, die Vergröfserungen ei-

[1] S. Art. *Linsenglas*. Bd. VI. S. 410.

Digitized by Google

niger der vorzüglichsten neuern Mikroskope anführen, sie v. Jacquin durch seine Messungen nach der oben ihm gegebenen Methode mit den Sömmering'schen Spi gefunden hat. Die Vergrößerungszahlen in der folgende fel beziehn sich durchaus nur auf den *Durchmesser* de genstände, nicht auf ihre Oberfläche.

Mikroskop	Ocular	Objectiv	Vergrößerung
A	I	1	27
		2	40
		3	60
		4	90
	II	1	30
		2	60
		3	110
		4	120
	III	1	45
		2	90
		3	150
		4	225
B	I	1	25
		2	50
		3	67
		4	90
	II	1	45
		2	70
		3	120
		4	150
C	Nur ein Ocular	1	30
		2	120
		3	150
		4	270
D	I	1	15
		2	30
		3	40
		4	60
		5	90
		6	150
	II	1	30
		2	37
		3	60
		4	90
		5	150
		6	240
	I u. II	6	300
E	Nur ein Ocular	1	
		2	
		3	
		4	
F	I	1	
		2	
		3	
		4	
	II	1	
		2	
		3	
		4	
G	I	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
	II	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
	III	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	
H	Nur ein Ocular	1	
		2	
		3	
		4	
		5	
		6	

Ocular	Objectiv	Vergrößerung
Nur ein Ocular	1	18
	2	18
	3	27
	4	37
	5	60
	6	90
I	Nur ein Objectiv	30
II		45
III		120
IV		150
V		180
VI		240

Mikroskop	Ocular	Objectiv	Vergrößerung
L	I	Nur ein Objectiv	30
	II		45
	III		75
	IV		240
	V		330
	VI		540
M	I	Nur ein Objectiv	30
	II		60
	III		75
	IV		150

on den in dieser Tafel aufgezählten Instrumenten ist

A ein älteres Mikroskop von Plössl
B — — — — demselben
C — — — — demselben
D ein neueres von demselben
E — — — Voigtländer
F — — — Fraunhofer
G — — — Fraunhofer
H — — — Ramsden
I — — — Adams
K ein Spiegelmikroskop von Amici
L — — — Amici
M — — — Plössl nach Amici.

inschte, auch über die zweite Eigenschaft, die *Licht-*, solche Vergleichungen beibringen zu können. Allein adet darüber nur wenig Brauchbares, auch fehlt das gehaftliche Mafs zu dieser Vergleichung. Desto wünwerther wäre eine genaue Bestimmung der dritten Eiaft oder der *Schärfe* und Bestimmtheit, mit welcher urch das Mikroskop die Gegenstände sieht. Allein auch isen sich gleichsam nur unmittelbare Vergleichungen an-, indem man denselben Gegenstand unter gleichen äu-Verhältnissen mit mehrern Mikroskopen zu derselben eobachtet. Allezeit aber wird es nothwendig seyn, zu n, dafs diese dritte Eigenschaft, so selten sie auch bei likroskopen erwähnt werden mag, eigentlich die vor-

Digitized by Google

züglichste von allen ist. Man sagt nur immer, dafs d
Mikroskop so viel mehr vergröfsert oder die Gegenstände
viel heller zeigt, als ein anderes, aber man bemerkt nicht
und wie vielmal klarer und deutlicher die Gegenstände
durch erscheinen, als durch jedes andere. Man begnügt
die Objecte grofs zu sehn, ohne zu berücksichtigen, ob m
auch schärfer, genauer und bestimmter sieht. Der Lai
belt über den elephantengrofsen Flohschatten eines alten
nenmikroskops, während der Kenner in einem Mikroskope
Fraunhofer oder Plössl mit einer Vergröfserung von
20mal schon Erscheinungen in der Gestalt und dem Bau
ses Insects erblickt, die er in jenem grofsen Schattenbilde
erblickt haben würde; denn undeutlich sehn und gar
sehn läuft bei mikroskopischen Untersuchungen beinahe
eins hinaus und dasselbe kann man auch mit demselben R
von den Beobachtungen mit Fernröhren sagen.

Es wäre zu wünschen, dafs man diese *Schärfe* de
kroskope, die Herschel bei Fernröhren die *raumdurch*
gende Kraft nennt, durch ähnliche Mittel so genau be
men könnte, wie man dieses, nach dem Vorhergehenden,
der Vergröfserung dieser Instrumente allerdings zu thun
Stande ist. Allein diese Mittel sind uns noch unbekannt
werden es wahrscheinlich immer bleiben. Wir werden
Schlusse dieses Artikels wieder auf diesen Gegenstand zur
kommen und wollen hier nur noch einige, in der Ausü
nicht unwichtige Bemerkungen über den Gebrauch des
kroskops mittheilen.

Es ist für sich klar, dafs beim *Einlegen* des Gegen
des auf das Objecttischchen dasselbe genau in die Axe
Mikroskops gestellt werden müsse. Zu diesem Zwecke
gut, zuerst eine schwache Vergröfserung aufzustecken, wo
ses Einlegen des Objects keine Schwierigkeiten hat, und
bei unverrückter Lage des Objects die stärkeren Verg
rungen aufzuschrauben. Die Rectificationsschrauben des
jecttischchens leisten dabei gute Dienste, da man mittelst
Hülfe dieses Tischchen, und also auch das Object, nach
Richtungen sanft und sicher bewegen kann. Wenn man
starken Vergröfserungen schon sehr nahe daran ist, das
ject deutlich zu sehn, so mufs die noch übrige Annäher
desselben an das Objectiv sehr langsam und leise gesch

man sonst beide aneinander drücken und daher leicht chen oder beschädigen kann. Diese langsame Bewegung ch deswegen nothwendig, weil man sonst die wahre nung des Gegenstandes von dem Objective leicht über- t und so vergebens wieder zurückschrauben mufs. Je übrigens die Vergröfserung, desto gröfser ist auch der s der gröfsern oder geringern Kurzsichtigkeit des Auges ne Entfernung, daher jeder Beobachter sein Mikroskop lbst, seinem Auge gemäfs, einstellen mufs.

on der *Beleuchtung* der Gegenstände haben wir bereits esprochen. Das Kerzen- oder Lampenlicht bei Nacht n einem verfinsterten Zimmer wird man dem Tages- oder dem der unmittelbaren Sonnenstrahlen in den mei- ällen vorziehn. Oft aber gewährt bei Tage das re- Licht weifser Wolken oder das einer nicht direct von nne beschienenen, weifsen Mauer eine ebenfalls recht ilhafte Beleuchtung. Das Ocular übrigens mufs stets em grellen Lichte beschützt werden.

n einen Gegenstand vollständig und in allen seinen n genau kennen zu lernen, wird man ihn zuerst unter wächeren Vergröfserungen bringen, wo man ihn ganz doch gröfstentheils übersehn und den Zusammenhang seiner Theile auffassen kann. Eine Aenderung der Be- ng (durch eine sanfte Bewegung des Reflexionsspiegels er Sammellinse) während der Beobachtung läfst den Ge- d oft in einer ganz andern Gestalt erscheinen, daher e vortheilhafteste unter allen aufsuchen wird.

i der Untersuchung von Flüssigkeiten soll das Object- en zuerst nahe horizontal gestellt werden, was durch die ntersten Schrauben des Fufsgestelles bewirkt werden Es ist nicht nöthig, dazu eine Libelle oder Wasser- zu gebrauchen, da das Instrument selbst ein viel ge- Mittel zu dieser Horizontalstellung des Tischchens an- Man legt nämlich auf die ebene Glasplatte, auf wel- nn die Flüssigkeit aufgetragen werden soll, zuerst ein en Stanniol oder gefärbtes Papier und sieht zu, ob man e immer gleich deutlich sieht, während man es, durch wegung des Tischchens, über das ganze Feld des Mi- ps hinführt.

Digitized by Google

Ueber die *Zubereitung der Objecte* zu mikroskopi
Untersuchungen lassen sich wohl nicht leicht allgemeine
schriften aufstellen. Je kleinere Theile man von dem u
tersuchenden Gegenstande durch Hülfe eines scharfen M
u. dgl. ablösen, je feinere Blättchen man von demselb
schneiden kann, desto besser wird man die Structur
Theile sehn können. Auch ist es nöthig, z. B. bei de
tersuchung der verschiedenen Holzarten oder der festen
der thierischen Körper, diese Blättchen in verschiedenen
tungen von dem Körper abzusondern. So zubereitete G
stände werden dann auf die obere Seite der ebenen Gla
gelegt, die in das Objecttischchen eingeklemmt wird.
zwischen zwei solche Glasplatten zu legen ist nicht
haft, weil die obere Platte den unter ihr liegenden G
stand weniger deutlich erkennen läfst und ihn oft sog
zerrt. Die Künstler pflegen wohl ihren Instrumenten
kleine Gegenstände in Schiebern zwischen zwei Gl
beizulegen, um diese Gegenstände vor äufsern Verletz
bewahren, aber diese Dinge gehören nur für diejenige
sich mit diesen Instrumenten angenehm unterhalten
während der eigentliche Beobachter die Gegenstände,
kennen lernen will, nicht zuvor absichtlich bedeck
entstellen lassen darf. Allein dieselben von den K
beigefügten Objecte könnten zu einem andern Zweck
theilhaft benutzt werden, wenn nämlich diese Künstl
dahin vereinigen wollten, allezeit dieselben Objecte in
Schiebern einzulegen. Dieses würde nämlich das berei
erwähnte Mittel geben, die Schärfe oder Klarheit der
schiedenen Mikroskope unter einander zu vergleichen.
constante Probeobjecte würden uns lehren, was man an
und demselben Objecte mit verschiedenen Mikroskopen,
gleicher Vergröfserung, noch zu sehn im Stande ist. Z
chen Probeobjecten schlägt v. Jacquin in der oben er
viele treffliche praktische Bemerkungen enthaltenden Abh
vorzugsweise folgende vor:

1) Flügel der gemeinen Hausfliege (*musca d*
2) der gemeinen Mücke oder Gelse (*culex pipiens*); 3) Ha
Menschen oder besser von dem Rücken einer Haus- oder
maus; 4) Schuppen von dem Flügel eines gemeinen
Schmetterlings (*papilio crataegi* oder *brassicae*); 5) di

gemeinen Pelz- oder Kleidermotte (*tinea pellionella citella*) und 6) einzelne Schuppen von dem Brilliant- *urculio imperialis*). Als undurchsichtige Objecte führt emselben Zwecke an: 1) ein kleines Stück des Flü- dem *Papilio Crataegi*; 2) von *Papilio Menelaus*; ehr dünnes Scheibchen eines Stängels von türkischem (*Zea Mays*) oder von Hollundermark und 4) ein kleines ner Flügeldecke des erwähnten Brilliantkäfers.

erkennt man z. B. bei den Fliegenflügeln in einem ikroskope bei einer Vergröfserung von 15 bis 20 be- Randhaare, mit einer Vergröfserung von 60 bis 100 nan die Insertion dieser Haare in den Rand des Flü- die zwiebelähnliche Basis derselben, mit einer Ver- g von 200 bis 240 endlich sieht man diese Haare hohle, gestielte Körper. Andere angemessene Bei- irt v. JACQUIN[1] von Menschen- und Mäusehaaren, von ten Schuppen oder dem sogenannten Staub der Flü- epidopteren an, besonders des *Papilio Menelaus* und

Für stark vergröfsernde Mikroskope sind als Prü- te die feinen Linien und Schuppen der Kleidermot- glich geschickt, da man sie nur bei einer Vergröfse- 300 bis 400 und bei der höchsten Lichtstärke in sten zusammengesetzten Mikroskopen deutlich sieht, nen, auffallend genug, sie durch sehr gut gearbeitete nikroskopische Linsen von sehr kurzer Brennweite emerkt, als mit jenen zusammengesetzten Mikrosko- N JACQUIN sah diese Linien und Streifen der Klei- durch einzelne Linsen von 200-, 100- und selbst 60maliger Vergröfserung bereits sehr deutlich und ls durch alle bisher verfertigte zusammengesetzte e mit achromatischen Objectivlinsen, selbst wenn len letzten eine Vergröfserung von 240 anwendet. ere ihm zu Gesichte gekommene Mikroskope von ER zeigten von diesen Streifen nicht einmal eine ie katadioptrischen Mikroskope AMICI's aber geben ifserungen von 120 bis 240 diese Linien wenigstens h zu erkennen, als es der bekannte Lichtmangel trumente zuläfst. Nicht so mit den gröfsern Mi-

[1] ner Zeitschrift. Th. V. S. 137.

Digitized by Google

kroskopen von Plössl, in welchen diese Streifen alle wahrhaft überraschender Klarheit erscheinen, und, was züglich bemerkt zu werden verdient, nicht die Vergröfse die man bei diesen Plössl'schen Mikroskopen anwendet es, die über die gröfsere oder geringere Klarheit, mit cher jene Streifen erscheinen, entscheidet, sondern die liche Combination der über einander aufgeschraubten Obje Ein einfaches Objectiv liefs bei 90maliger Vergröfserung diesen Streifen noch nichts erscheinen; die Verbindung Objective, bei einer Vergröfserung von nur 72, liefs reits gut erkennen und die Combination von drei Obje endlich, bei einer Vergröfserung von 80, zeigte sie mit fallender Klarheit. Diese Verbindung mehrerer achroma Objective zu einem einzigen mufs daher als einer der lichsten Fortschritte der neueren Mikroskopik angese den und er ist, wie beinahe alles, was bisher in d auf praktischem Wege gefunden wurde, durch ein gl ohne Zweifel auch geniales, Tatonnement[1], durch Z funden worden, an welchem die Theorie so wenig hat, dafs sie bisher nicht einmal im Stande gewesen ist, Ursache des glänzenden Erfolgs, den dieser, wenn m blinde Zufall gehabt hat, auch nach der bereits gesch Entdeckung derselben, nachweisen zu können. So find demnach auf eine sonderbare Weise das Verhältnifs der T rie gegen die Ausübung der Optik in unseren Tagen, w stens in Beziehung auf den hier in Rede stehenden Th ser Wissenschaft, ganz dasselbe, welches zur Zeit der Entstehung dieser Wissenschaft, zu Ende des 16. Jahrh statt gehabt hat. Die *erste Entdeckung* des Fernrohrs u durch auch des Mikroskops, das jenem in wenig Jahren verdanken wir ebenfalls einem blinden, aber für uns glücklichen Zufall und zwar, wenn die Erzählung der Geschichtschreiber dieser Erfindung bewährt ist, dem und ahnungslosen Spiele der Kinder eines Brillenm Holland. Ein Stück Kieselerde mit Pottasche vermisch

1 Es erinnert diese, wie die Geschichte so mancher Entdeckung, an den schönen und schwer zu übersetzenden druck des alten Griechen: *Οὐ τύχης, οὐκ ἀρετῆς, ἀλλ' ἀρετῆς μένης.* Denn nicht Jedem haben es die Götter gegönnt, fällige Glücksgriffe zu machen.

die Hände zweier Kinder gerathen, öffnete unseren
wei neue, unbekannte, wundervolle Welten. Aber
deckung, vielleicht die glänzendste, deren der Mensch
nen kann, war beinahe ein ganzes Jahrhundert schon
und selbst auf das Mannigfaltigste auf die Gegenstän-
beiden Welten angewendet, und noch konnte sich
chliche Geist von den innern theoretischen Gründen
einungen, welche ihm diese Instrumente darboten,
ügende Rechenschaft geben, obschon es nicht an
von hoher geistiger Kraft, wie Kepler u. A., man-
lche sich mit diesem in so hohem Grade interessan-
stande beschäftigten und ihn durch Hülfe der Geo-
ergründen suchten. Auch möchte es, welche hohe
auch von der geistigen Stärke des Menschen he-
wohl unmöglich seyn, blofs auf dem Wege der
ien Speculationen Entdeckungen solcher Art zu ma-
ses war auch die Ansicht des grofsen Huygens, der
wesentliche Beiträge zur Verbesserung dieser Instru-
liefert hat und dem wir auch die erste genauere Er-
r Wirkungen des Fernrohrs verdanken. In sei-
ik[1], wo er uns die wahre Erklärung jener wunder-
heinungen mittheilt, drückt er sich über diesen Ge-
auf folgende Weise aus: *Si quis tanta industria
, ut ex naturae et geometriae principiis Telesco-
re potuisset, eum ego supra mortalium sortem in-
isse dicendum crederem. Sed hoc tam longe abest,
o reperti artificii rationem non adhuc satis expli-
rint viri doctissimi.*

otische Gegenstände bereits so oft in diesem Werke
orden sind, so wird eine, vorzüglich auf den ge-
n Artikel sich beziehende, kurze Uebersicht der Li-
ses Zweiges der physikalischen Wissenschaften hier
nrechten Orte seyn.

George, Essays on the Microscope. Lond. 1787.
Essay on Vision. Lond. 1789. Deutsch von Kries.
1794.
(des Vaters) Micrographia illustrata or the microscope
ned. Lond. 1746 und 1781.

—

ium opera posthuma. Lugd. Bat. 1703.

Digitized by Google

Aepinus, über ein neues achrom. Mikroskop. Mem. Pe
Vol. II. et IX.

d'Alembert, s. Opuscules mathématiques und Mém. d
ris. 1764, 1765 und 1767.

Baker, the microscope made easy. Lond. 1743 und
Deutsch in Zürich 1753 und 1756.

— — über Leeuwenhoek's Mikroskope. Philos. Tr
1740.

Barrow, lectiones opticae et geom. Lond. 1674 et 1

Biot, Traité de physique expérimentale et mathém
(Die optische Abtheilung.) Par. 1816. Ein Auszug
aus von dem Verf. besorgt und Deutsch von Fr
Leipz. 1824. IV Voll.

Boscovich, dissertationes quinque ad dioptr. pertinentes
sano 1785 et Viennae 1768. Ejusdem Opera ad
astr. pertinentia. Vened. 1785. Dessen opt. Memo
den Mem. Bonon. Voll. V.

Bouguer, Essai d'Optique. Par. 1729 und 1760. M
1726, 1755 und 1757.

Brander, Beschr. zusammenges. Mikroskope. Au
1769.

Brougham, opt. Abhandl. in Phil. Trans. 1796 und

Butterfield, über Mikroskope mit sehr kleinen G
geln. Phil. Transact. 1678.

Campani, über Verbess. der opt. Gläser. Phil. Tr
1665.

Cassini, Jac., opt. Abhdlungen in den Mém. Par.
1710 und 1747.

Clairaut, opt. Abhandlungen Phil. Transact. 1754
Par. 1739, 1756, 1757 und 1762.

Coddington, treatise on Optics. Cambridge 1823.

Descartes, Dioptrique et géométrie. Par. 1637 und
sen opera philos. Amsterd. 1644, 1656, 1677 u.

Dollond, John, opt. Abhandlungen. Phil. Transact.
u. 1758.

Euler, Leonh., Dioptrica. 3 Voll. 4. Petrop. 1769 u
Abhdlgen in Mem. Petrop., Berol. und Paris. zer

Fraunhofer, opt. Abhdlgen. München 1816. und in S
macher's astronom. Abhandlungen. 1829.

Fresnel, opt. Abhandlungen in Mém. de Paris. Vol.
passim.

Fuss, instruction detaillée etc. Petersb. 1774; deutsch
Klügel. Leipz. 1778.

x, über zusammenges. Mikroskope. Phil. Trans. 1745.
RI, Jac., optica promota. Lond. 1663.
, Dav., Catoptr. et Dioptr. elementa. Oxon. 1695,
5, 1735.
Y, dioptr. Abhandlungen. Phil. Transact. 1737.
OECKER, über sehr grofse Objective. Miscell. Berol.
I.
RT, dissertation sur la perfection des lunettes. Berl.
2.
HEL, dioptr. Abhandlungen. Phil. Tr. 1782, 1795, 1800,
1, 1803.
HEL jun., on the aberrat. of compound lenses. Phil.
s. 1821.
On light. Lond. 1830 und in der Encycl. metropol.
d. 1828.
RE, opt. Abhandlungen. Mém. Par. Vol. IX. X. und die
1699, 1702, 1709 und 1710.
, Micrographia. Lond. 1665.
ENS, tractatus de lumine. Lugd. Bat. 1691.
Dioptrica in Hugenii op. posthuma. Lugd. Bat. 1703.
dioptr. Abhandlungen in Mém. Par. Vol. I et X. und
1715.
x, über Mikroskope. Baumgartner's Zeitschrift Bd. IV.
V.
IT, opt. Abhandlungen. Mém. Par. 1770. 1779.
NER, opt. Abhandlungen. Comment. Götting. Vol. I., VII.
III.
EN, Lehrbegriff der Mathematik (optischer Theil). Greifs-
le.
Erste Gründe der Photometrie. Abhandlungen der bair.
d. Bd. IX.
R, paralipomena ad Vitellionem. Aug. Vindel. 1604.
Dioptrice. Aug. Vindel. 1611.
L, analyt. Dioptrik. Leipz. 1778.
dioptr. Abhandlungen. Comment. Gott. Vol. XIII.
, dioptr. Elemente für achrom. Objective zu Mikro-
en.
Mem. Petrop. Vol. III. V. VII. XII.
LLE, Leçons d'Optique. Par. 1756. 1802. Deutsch Al-
1757.
ERT, dioptr. Abhandlungen. Mém. Berl. 1771.
SDORF, Grundlehren der Photometrie oder der optischen
senschaften. Erlangen 1803. 2 Voll. 8.

Digitized by Google

Lieberkühn, über anatomische Mikroskope. Mém. Berl.
Littrow, Dioptrik. Wien 1830. Dioptr. Abhandlung
Baumg. Zeitschrift für Physik. Bd. IV u. V.
Malus, opt. Abhandlungen im Journal de l'école
Vol. VII.
— — Mém. présentés. Vol. II. Par. 1811.
— — Théorie de la double réfraction. Par. 1810.
Newton, Optics. Lond. 1704, 18, 21, 30 u. 42. Latei
Clarke. Lond. 1706 u. 19. Französisch Amst. 1720.
1722, 87 u. s. w. Opt. Abhandlungen. Phil. Trans.
72, 73, 75, 76.
Oriani, dioptr. Abhandlungen. Mem. della Soc.
Vol. III.
Prechtl, pract. Dioptrik. Wien 1828.
Priestley, history of the discovery etc. Lond. 1772. D
von Klügel. Leipzig 1776.
Ramsden, dioptr. Abhandlungen. Phil. Tr. 1783.
Santini, Teorica degli stromenti ottici. II Voll. Padua
Short, dioptr. Abhandlungen. Phil. Trans. 1749. 176
Stile, über die Mikroskope von Torre. Phil. Tr. 176
Smith, dioptr. Abhandlungen. Phil. Trans. 1740.
— — a complet System of optics. Cambridge 1738. D
von Kästner. Altenburg 1755. Französ. Par. 1767.
Wilson, James, über Mikroskope. Phil. Transact. 170
Young, opt. Abhandlungen. Phil. Trans. 1800, 1801,
Transact. o. the Irish Acad. Vol. IV.
Zeiher, über das Sonnenmikroskop. Novi Comment.
Vol. X.

Da sich unter den neueren zusammengesetzten Mik
pen diejenigen, welche der berühmte Optiker Plössl in W
verfertigt, vorzüglich auszeichnen, so theilen wir hier,
Schlusse des Gegenstandes, die nähere Beschreibung und Z
nung derselben mit, wie wir sie von der gefälligen Fre
schaft des Prof. Berres in Wien erhalten haben. Die
Gattung dieser Mikroskope besitzt einen durch ein Trie
Fig. 307. a gegen den feststehenden Objecttisch b b beweglichen K
c c, auf dem zusammen zu legenden Dreifuſse d d d, m
nem Winkelgelenke e, um denselben nach Willkür hori
oder in jedem beliebigen Winkel schief stellen und zum Z
nen der Objecte benutzen zu können. Diesem Instru
sind beigegeben zwei Oculare (mit 1 und 3 bezeichnet),

infachen Linse und einem Collectivglase bestehend; dann ittes ähnliches Ocular, mit No. 2. bezeichnet, das mit Fadenkreuze zur Messung der Gegenstände versehn ist; ertes Ocular, um die Vergröfserung mit verhältnifsmä- Verluste an Lichtstärke bis auf 1000- bis 1500mal stei- u können; ferner ein aplanatisches Ocular aus zwei atischen Linsen mit schwacher Vergröfserung von 19-)mal, je nachdem man Objecte benutzt, um besonders Gegenstände mit höchster Schärfe zu sehn, und endlich achromatische aplanatische Objectivlinsen, die übereingeschraubt werden können, um die Vergröfserung nach Bedürfnifs des Beobachters zu verstärken.

)as Objecttischchen b b mit vorn geöffneten Federklam- für Objectträger und Glastafeln aller Art ist mit einem er f zum Oeffnen von unten und mit zwei diagonal ste- n Stellschrauben g, h versehen, um dadurch das Object alle Puncte des Sehfeldes führen zu können.

In derselben Säule, welche das eigentliche Mikroskop las Objecttischchen trägt, ist auch ein concaver Refle- piegel k von Glas angebracht, der eine doppelte Bewe- zur transparenten Beleuchtung hat; ferner eine schwarze eite und ein sphärisches Beleuchtungsprisma l nach Sel- t mit Bewegung zur Illumination opaker Gegenstände; grofse Lichtverstärkungslinse m auf besonderem Fufse und ertem Schieber zur Verstärkung der Beleuchtung bei stär- Vergröfserung sowohl opaker als auch transparenter Ge- ände, und endlich ein concaves Glas in Messing gefafst, Drehen, für Flüssigkeiten, ein Insectenglas in messinge- assung und eine Objectnadel zum Aufstecken kleiner Ge- ände.

Zur Vervollständigung dieses mikroskopischen Apparats ist r beigegeben: eine messingene Wilson'sche Loupe, eine ette, zwei auf Glas getheilte Mikrometer mit Theilungen Wiener Duodecimallinien in 30 und 60 Theile (oder des meters in 20 und 50 Theile), in elfenbeinerner Kapsel, einem dazu gehörenden Ringe von Messing, zum Einle- in das Objecttischchen, und endlich eine Vorrichtung Messen der Objecte bis auf 0,00001 Wiener Zoll (linear) elst Mikrometerschraube nach Fraunhofer.

Digitized by Google

Die Vergrößerungen mit vollständiger Klarheit und Sch
gehn von 18- bis 500mal linear oder von 324- bis 250
mal in der Fläche. Die stärkste, jedoch mit verhältnifs
ger Lichtverminderung mit diesem Instrumente zu erreich
Vergrößerung ist 1500mal linear oder 2250000mal in de
che und kann nur bei transparenten Gegenständen angew
werden, wo das Licht durch die Verstärkungslinsen und
Reflexionsspiegel concentrirt auf den vorliegenden Gege
einwirkt.

Um die lineare Dimension eines opaken oder transp
ten Gegenstandes mit dem sinnreichen und leicht zu h
delnden Schraubenmikrometer zu messen, ist vor allem
thig, dafs man den Werth eines Umgangs der Mikro
schraube kenne und sich den Stand des Mikrometers
Ist dieses geschehn, so bringt man den zu messende
genstand unter das Mikroskop, steckt das mit dem Fad
versehene Ocular so auf, dafs der eine Faden mit dem
des Mikrometers parallel läuft, und schneidet mit dem
Faden die eine Seite des zu messenden Gegenstandes.
dreht man, während des Durchsehens, die Mikrometersch
be so lange fort, bis der Faden die andere Seite des G
standes erreicht, und bemerkt endlich, durch wie viele T
die Mikrometerschraube gedreht worden ist.

Gesetzt der Gegenstand habe 19 Theile der Mikro
schraube und 3 Theile des Verniers eingenommen, so wä
Object $\frac{193}{100000}$ eines Wiener Zolls im Durchmesser haben
die Mikrometerschraube mit Hülfe des Verniers den W
in 100000 Theile theilt.

Ebenso zweckmäfsig sind die dem Mikroskope beig
benen Lichtverstärkungs-Apparate. Die grofse Lichtver
kungslinse ist durch den gefederten Schieber leicht zu
haben und wird ebensowohl zur Beleuchtung des Ob
gers und des darauf gebrachten Bildchens, als auch zur
centration des Lichtes auf dem Hohlspiegel benutzt.
starke, auf allseitig beweglichen Armen befestigte Prisma
dient zur schärferen Beleuchtung opaker Gegenstände. D
Lichtverstärkungs- und Leitungsapparat wird auf dreifache
zur Erreichung des vorgestellten Ziels benutzt.

d opake Gegenstände in verticaler Stellung des Instru-
it grellem Lichte zu beleuchten, so stellt man die
stärkungslinse unmittelbar vor die Flamme und giebt
n eine solche Richtung, dafs sie das Prisma vor-
nd mit Licht umgebe. Das in dem Vorderfufse des
ops festgestellte Prisma selbst wird nun mit seiner ebe-
he nach aufwärts und gegen den Körper des Instru-
) schräg gestellt, dafs die hier ankommenden Licht-
gebrochen und concentrirt nach abwärts und zwar
vorliegende Object geworfen werden.

horizontaler Stellung des Körpers des Mikroskops, wie
se zur Abzeichnung der opaken Gegenstände benutzt,
s Prisma beseitigt und der Lichtverstärkungslinse eine
Stellung zwischen der Flamme der Lampe und dem
chchen gegeben, dafs durch die nun concentrirten
hlen der Gegenstand recht starke Beleuchtung erhält.
rden endlich transparente Gegenstände untersucht, so
m Instrumente die senkrechte und der Lichtverstär-
se die im ersten Falle angeführte Stellung vor dem
dem Hohlspiegel aber eine solche Richtung gegeben
dafs durch seine Wirkung die gewünschte Beleuchtung
enstandes von unten erreicht wird.

in allen seinen Theilen mit grofser Sorgfalt ausgeführte
Instruments, das mit Präcision, ohne todten Gang
hte Triebwerk des Mikrometers, das nach allen Sei-
egliche Piedestal und endlich das dem Instrumente erst
etzten Zeiten beigegebene rechtwinklig gekrümmte Ocu-
einem in seinem Knie angebrachten Prisma tragen zur
ng des Ganzen und zum erhöhten Gebrauche des In-
s wesentlich bei. Dem Beobachter ist es auf diese
nöglich gemacht, alle von ihm aufgefundene Formen,
r ohne den Sömmering'schen Spiegel, naturgetreu ab-
und überhaupt jeden Gegenstand, sobald er mittelst
erklammer an das Objecttischchen befestigt worden ist,
nder oder sitzender Stellung des Körpers mit Ruhe und
zu untersuchen.

dem Gebrauche dieses Mikroskops ist dem noch we-
eübten anzurathen, die ersten Beobachtungen mit den
3 und 4 und mit dem aplanatischen Oculare vorzu-
, denn diese optische Composition stellt den Gegen-

Digitized by Google

stand bei einer 55maligen Vergrößerung im Durchmesser
hoher Klarheit dar und leistet bei größern Gegenständen
les, was man nur von einer optischen Vorrichtung wün
kann. Wenn aber die Gegenstände oder ihre einzelnen T
so klein sind, daſs die erwähnte Vorgrößerung nicht
hinreicht, um sie allseitig und ganz klar zu erkennen,
wählt man zu der oben bezeichneten Linse das Ocular N
wo dann die Gegenstände 110mal im Durchmesser vergr
und noch immer so deutlich dargestellt werden, daſs ma
Eigenheiten scharf auffassen und darstellen kann. Sc
Vergrößerungen bedürfen die opaken Gegenstände wohl
und Barres konnte schon mit diesem Apparate die G
verzweigungen der Lunge, der Schilddrüse und des men
chen Gehirns, die doch schon unter die zartesten Gegen
gehören, ohne allen Anstand sehn und zeichnen. Das O
No. 2 mit den Objectivlinsen 1, 3, 4, auf einander gesc
giebt schon eine zu starke Vergrößerung für opake Obje
daſs man diese Vorrichtung den Mindergeübten anrathen k
Uebrigens sind diese und alle andere Vergrößerungen
Plößl'schen Mikroskops für transparente Gegenstände
allein anwendbar, sondern auch um so unerläſslicher, als
die Absicht verfolgt, die zartesten organischen Verhältni
erspähen. Bei der Untersuchung der einfachsten Organi
wird man daher nicht allein die Linsen 4 und 5, wohl auch
Verbindung mit dem Ocular No. 2, 3 oder wohl gar N
benutzen, sondern auch den Hohlspiegel zur Beleuchtung
untern Seite der Gegenstände in Anwendung bringen m
Die Linsen 4, 5, 6 mit dem Ocular 3 vergrößern dann 54
dieselben Linsen mit dem Ocular No. 4 vergrößern 130
im Durchmesser. Man bemerke noch, daſs zu diesen U
suchungen mit den stärksten Vergrößerungen nur die klei
Theile der Gegenstände und auch diese nur dann ge
sind, wenn sie entweder so vielfach zerlegt oder doch s
preſst worden sind, daſs sie von dem Lichte vollko
durchdrungen und daſs ihre Einzelnheiten im ganzen U
erkannt werden können. Eine Uebung im Zergliedern der
genstände, selbst den kleinsten Theilchen nach, ist daher
mikroskopischen Untersuchung der einfachsten Bildungsver
nisse unerläſslich und eine nur etwas rohe Behandlung
Gegenstandes wird uns über die eigentliche Beschaffenheit

e unbefriedigt lassen. Wenn eine Täuschung bei dem
uche dieses vortrefflichen Instruments statt hat, so wird
istens nur aus dieser Quelle kommen, besonders wenn
nfänger die stärksten Vergröfserungen sogleich anwendet.
uhige, umsichtige Behandlung des Gegenstandes und des
ments aber wird bald das Wahre von dem Scheinbaren
cheiden lehren.

Vir fügen noch von diesen und den kleineren Mikro-
, wie sie von Plössl verfertigt werden, die Preise in
-Münze oder Augsburger Courant bei. Das so eben an-
te gröfste Instrument dieser Art kostet sammt seinem Ka-
ohne Mikrometer 232 und mit demselben 322 Gulden;
ndere, stufenweise an Dimension und einzelnen Theilen
pparats abnehmend, kosten 90, 80 und 40 Gulden; ein
nmikroskop mit vollständigem Apparate 100 Gulden,
oupe nach Wilson mit Fassung aus zwei achromati-
Linsen bestehend 5 Gulden, eine aplanatische Loupe mit
achromatischen Linsen 5 bis 9 Gulden, ein botanisches
nikroskop mit Lieberkühn'schen Spiegeln, Objectnadel,
te u. s. w. 5 bis 12 Gulden.

L.

Milchstrafse.

Via lactea, Galaxia; Voie lactée, Voie de
the milky Way, Galaxy. So nennt man den
, weifslichen Streif, der sich rund um den Himmel er-
t und in den an kenntlichen Sternen reichsten Gegen-
leichsam einen lichten Hintergrund bildet. Die Milch-
schneidet die Ekliptik bei den Füfsen der Zwillinge,
lann nördlich durch den Perseus und die Cassiopeja zum
des Cepheus und zum Schwane, dann in zwei Arme
lt durch den Fuchs, den Adler, den Sobieski'schen Schild
dem Bogen des Schützen, und durch den Poniatowski'-
Stier und den Arm und Fufs des Schlangenträgers nahe
corpione vorbei. Bei dem Sternbilde des Kreuzes kommt
m Südpole am nächsten, ist hier ziemlich schmal und
so durch das Schiff und breiter werdend durch den vor-
Theil des Einhorns gegen die Füfse der Zwillinge zu.

Digitized by Google

Sie bildet beinahe einen gröfsten Kreis der Kugel, ist an Breite sehr ungleich und von dem Schwane bis Schützen in zwei Arme getheilt. Ihr weifses Licht ist Ursache ihres Namens.

Ueber die Meinungen der Alten sind in dem dem tarch zugeschriebenen Buche *placita philosophorum* irrige Meinungen angegeben, von Demokrit aber wird sagt, dafs er sie schon als eine Sammlung unzähliger Ster gesehn habe. Manilius führt aber diese Meinung in *Astronomicon* an.

Sogleich nach Erfindung der Fernröhre erklärte Ga mit Bestimmtheit die Milchstrafse für eine Vereinigung zahlreicher kleiner Sterne[1]. Indefs konnten weder er seine Nachfolger in diesem zusammenfliefsenden Lichte reicher Sterne überall die einzelnen Sterne erkennen; a wie schon das blofse Auge in der Gegend der Mil eine überwiegend grofse Zahl von Sternen erkennt, m in andern Theilen des Himmels, so zeigen auch mäf Fernröhre hier einen vorzüglichen Reichthum an Stern erst mit Hülfe von Fernröhren kenntlich werden. Herse Beobachtungen haben gezeigt, dafs dieses Auflösen in S stufenweise immer vollständiger eintritt, je gröfser die durchdringende Kraft des Fernrohrs wird, so dafs wir, auch vielleicht an einzelnen Stellen der Milchstrafse wir Nebelmassen seyn mögen[2], doch im Allgemeinen mit sagen können, die Milchstrafse sey nichts anderes, als e zähliges Heer sehr entfernter Sterne, deren vereinter Gla nen weifsen Schimmer hervorbringt, obgleich die ein Sterne kaum erst bei bedeutender Vergröfserung mit sehr starken Instrumenten erkannt werden können.

Kant[3] scheint der erste gewesen zu seyn, der Mitte des vorigen Jahrhunderts darauf aufmerksam machte

---

1 Nuncius sidereus, in den Opere di Galileo Galilei. T p. 331.

2 S. Art. *Nebelflecke.*

3 Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Urspru ganzen Weltgebäudes (zuerst 1755 herausgegeben). Vierte Aufl bei Webel 1808.

n den ganzen Himmel gehende Milchstrafse uns eine
nach allen Seiten gleiche Austheilung der Sterne kennen
Er bemerkt, dafs auch die in dem weifslichen Streife
lchstrafse nicht begriffenen Sterne doch desto gedräng-
hn, je näher sie ihr sind, so dafs von den 2000 dem
Auge sichtbaren Sternen der gröfste Theil in der Nähe
lchstrafse gesehn werde. Er schliefst hieraus, dafs die
alle nicht so gar weit von einer bestimmten Ebene ent-
ind, nach der Richtung dieser Ebene aber bis zu un-
lichen Räumen hinaus zerstreut liegen, indem nur so
nig zahlreiche Erscheinen von Sternen in der Richtung
ht auf die Milchstrafse in Vergleichung gegen die zahl-
Heere von Sternen in der Milchstrafse erklärt werden

n diese Betrachtung knüpft schon KANT die Vermuthung,
lie Nebelflecke ebensolche Systeme von Sternen sind,
weit von uns entfernt, dafs sie ihrer als unermefslich
henden Gröfse ungeachtet nur unter einem so kleinen
nkel erscheinen und daher uns nicht mehr einzelne
zeigen können, wenn sie gleich uns durch den verei-
Glanz ihrer unzähligen Sterne noch als Nebelflecke sicht-
eiben.

a unsere Sonne beinahe selbst in der Ebene der Milch-
liegt und da wir nach allen Richtungen um uns Sterne
so gehört unsere Sonne mit zu diesem grofsen Sternsy-
indefs liegt sie nicht genau in der Ebene, die wir als
itte dieses Systemes ansehn können, denn die Milch-
ist kein genauer gröfster Kreis am Himmel. Uebrigens
r auch die Austheilung der Sterne in dieser Sternschicht
gleichmäfsig, wie schon die Zertheilung der Milchstra-
n zwei Arme uns zeigt und auch aus andern Umständen
. Läge unsere Sonne sehr viel weiter von der Mitte
Schicht entfernt, so würde gegen den einen Pol der
trafse hin der Himmel fast ganz sternenleer erscheinen,
n würden die Sterne in der andern Hälfte des Him-
gedrängter seyn, und wir müssen wohl annehmen, dafs
rne giebt, auf denen nach der einen Seite nur noch sehr
ute einzelne Sterne, darüber hinaus aber Nebelflecke oder
hr entfernte Sternsysteme wahrgenommen werden.

Digitized by Google

Aehnliche Betrachtungen hat auch LAMBERT[1] ausgesprochen, aber erst HERSCHEL hat durch Beobachtungen gezeigt, wie richtig diese Ansichten ohne Zweifel sind. seinen Sternzählungen und seinen Versuchen, daraus die stalt des Sternsystems, worin wir uns befinden, anzugeben bereits oben[2] geredet worden, wo auch das Unzureichende Bestimmungen erwähnt ist. Später hat HERSCHEL selbst die ungleiche Austheilung der Sterne aufmerksam gemacht seine Ueberzeugung ausgesprochen, dafs die Milchstrafse Sternen besteht, die auf eine ganz andere Weise zusam geordnet sind, als die uns unmittelbar umgebenden.

Die Milchstrafse, obgleich sie einen nirgends unterbr nen Ring um den Himmel bildet, ist doch keineswegs gl förmig. Ihre Breite ist in einigen Gegenden (in der G des Einhorns) nur 5 Grad, in andern 10 bis 16 Grad, der Gegend des Antinous, wo sie in zwei Arme getre gegen 22 Grad. Auch an Glanz zeigt sie sich ungleich dem wir bei β des Schwans, bei γ und wieder bei ζ Stellen finden, eine grofse helle Stelle bei der Cassiope mehrere, dagegen lichtschwache Stellen an der Schul Ophiuchos und an mehrern Orten. Ueber die ungleiche theilung der Sterne, welche die Ursache dieses ungl Glanzes ist, giebt die Untersuchung mit Teleskopen von gleicher raumdurchdringenden Kraft nähere Bestimmu HERSCHEL ordnete seine Fernröhre durch Bedeckungen Oeffnung so an, dafs sie doppelt, dreimal, viermal als das bloſse Auge, eindringen mufsten, und so unter er einzelne Gegenden der Milchstrafse. Der helle Fle Degengriff des Perseus ist vermuthlich ein hervorragender der in der Milchstrafse sichtbaren Sternsysteme. In ih kennt man bei jeder Steigerung der raumdurchdring Kraft immer neue Sterne, und man hat daher Grund zu ben, dafs sich hier Sterne, unter denen die nächsten i 12 Siriusweiten liegen mögen, in ununterbrochener Fol zu 340 Siriusweiten und noch weiter an einander reihen ähnliche Art, wie hier gleichsam ein Ast der grofsen S

---

1 Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltb Augsburg 1761.

2 S. Art. *Fixsterne*. Bd. IV. S. 826.

on Sternen sich gegen uns zu erstreckt, mögen auch hellere Theile der Milchstrafse abgesonderte Systeme laufen bilden. Im Allgemeinen stehen in diesen Stern-, die sich uns in der Milchstrafse in einigen Gegenden ter zeigen, die Sterne wohl einander näher, als es bei s zunächst umgebenden Sternen der Fall ist, die durch ofse Räume von einander getrennt sind. Dieser min-eichthum an Sternen oder die mindere Gedrängtheit der-ist nach Herschel's Bemerkung nach einigen Rich-hin noch auffallender[1], indem selbst in der Milchstra-llen sind, wo zwar im äufsersten Hintergrunde eben der um von Sternen kenntlich ist, aber die geringe Anzahl r Sterne zu dem Gedanken Veranlassung giebt, dafs die Gegenden hier arm an Sternen sind. Solche Unterbrechun-in der Schicht der Milchstrafse so unendlich reich aus-en Sterne zeigt uns auch der Zwischenraum zwischen ei Armen, in welche die Milchstrafse sich in der Ge-s Adlers und des Antinous theilt. Hier ist offenbar weit sich ausdehnender Raum mit Sternsystemen er-statt dafs zu beiden Seiten sich eine so grofse Menge rnen zeigt. Und noch auffallender scheint dieses bei der Milchstrafse liegenden dunkeln Stellen, die man *Kensäcke* nennt, der Fall zu seyn. Sie befinden sich Nähe des Kreuzes, eines nur in südlichen Gegenden en Sternbildes, und zeichnen sich durch auffallende heit aus; vermuthlich ist hier also, mitten zwischen den unendlichen Fernen an einander gereiheten Sternhaufen, ganz sternleerer Zwischenraum, der nur darum dun-l um so auffallender abstechend erscheint, je glänzender se Zwischenräume umgebende Milchstrafse ist[2].

örner[3] hat eine Abbildung der Licht-Abstufungen der rafse in der Gegend dieser dunkeln Flecke mitgetheilt, le aber nicht, dafs er über die Ursache, warum diese so dunkel erscheinen, etwas angiebt. Er bemerkt, dafs lchstrafse bei dem gröfsten der schwarzen Flecke am

---

[1] Herschel's sämmtl. Schriften. Th. I. S. 834.

[2] Diese Meinung hat schon Lacaille geäufsert. Mém. de Paris 55. p. 194.

[3] V. Zach Mon. Corr. T. X. p. 220.

Digitized by Google

hellsten, weit heller als in der Gegend des Schwans ist. A
über die Helligkeit der Magellanswolken oder Cap'schen W
ken, welche abgesonderte helle Flecke, gleichsam abgeri
Stücke, der Milchstrafse sind, theilt er einige Bestimm
mit; die gröfsere ist ungefähr so hell als die Milch
an jener hellsten Stelle. Lacaille konnte in dieser
gellanischen Wolken mit seinem 14fufsigen Fernrohre
Sterne entdecken[1].

Genauere Beobachtungen hat Dunlop mitgetheilt, w
in Paramatta beobachtete. Er sagt, die kleine Wolke gl
mit bloſsem Auge gesehn, ziemlich einer kleinen Cirrus
das Fernrohr aber zeige sie den hellern Theilen der M
strafse gleich, obgleich nicht so sehr ausgestattet mit
Abstufungen kleiner Sterne; sie sey also vermuthlich ein
züglich schöner Theil derjenigen Nebulosität, aus w
der entlegenere Theil der Milchstrafse besteht. Die
Wolke ist von unregelmäfsiger Gestalt und in Stücke
theilt; die ganze Gegend des Himmels von der Carin
bis zu der grofsen Wolke ist nebelig. Diese grofse W
nimmt fast eine Stunde in gerader Aufsteigung und 1
Grade in Abweichung ein; Streifen von ungleich helle
bel, in welchen eine Menge kleiner Nebel und Sterne u
terscheiden sind, verbinden die am meisten hellen Theile
ser Lichtwolke. Beide Wolken hat Dunlop abgebilde
die einzelnen Nebel genau beschrieben, so wie er au
dere Theile der südlichen Gegenden der Milchstrafse i
bildungen dargestellt hat. Höchst merkwürdig ist aber
folgende Angabe über die Lage dieser Wolken. Keine
beiden ist an der Stelle, die Lacaille ihnen zueignet, und
gleich man hierbei nicht vergessen mufs, dafs Lacaille
mit mittelmäfsigen Instrumenten arbeitete, so ist doch jen
Stern 30 des Dorado in starken, glänzenden Nebel einge
und dem hellsten Theile der gröfsern Wolke so nahe,
man nicht einsieht, warum er dem Sterne einen Platz im
rado und nicht vielmehr in der grofsen Wolke hätte anw
sollen, wenn die Erscheinung so, wie sie jetzt ist, ge
wäre. Ueber die schwarze Wolke an der Ostseite des K
zes bemerkt er, dafs die Dunkelheit durch einen Mange

1 Mém. de Paris II. 31. und 1755. p. 194.

hervorgebracht wird, indem sich blofs zwei oder drei siebenter Gröfse und sehr wenige achter und neunter darin finden[1].

RSCHEL bringt die Bemerkung, dafs die Milchstrafse eich an Licht sey und auch in ihr ein Hinstreben zur einzelner, getrennt stehender Sternhaufen sich zeige, i Gedanken, dafs die Anziehung ein solches Bilden von ıfen zur Folge haben mufs, in Verbindung und sieht *Aufbrechen der Milchstrafse* als eine im Laufe der ende mehr und mehr eintretende Veränderung an. Die ıstimmung dieses Gedankens mit dem, was wir sonst i Wirkungen der Anziehung wissen, ist klar, aber zu Gewifsheit dürfen wir hier wohl nicht sobald zu ge- ıoffen, da in den uns deutlicher sichtbaren Sterngrup- ie im Siebengestirn, uns keine Veränderungen kennt- rden.

ıer die Ausdehnung der Sternschicht, die sich in der ıfse darstellt, hat HERSCHEL aus frühern Beobachtun- ge Bestimmungen zu geben versucht; aber es ist ge- fs sein 20fufsiges Teleskop, welches auf 900 Sirius- eicht, das Ende dieser hinter einander liegenden Stern- nicht erreichte, und er selbst ist der Meinung, dafs s 40fufsige, wenn es gleich unsern Blick bis auf 2300 iten ausdehnt, doch ebenso unzureichend, um die äu- ırenze der Milchstrafse zu erkennen, würde gefunden

---

iese Abh. von DUNLOP (Catalogue of Nebulae and Clusters of the southern Hemisphere) in den Phil. Transact. for 1828. t auch für die Kenntnifs der Beschaffenheit der Nebel und en sehr wichtig. Die Abbildungen und Beschreibungen der ten Gegenstände geben schöne neue Beispiele zu dem, was angegeben hat: Sternhaufen, die auflöslich sind und ein Mitte dichteres Gedränge von Sternen zeigen; auflösliche e oder Sternhaufen von unregelmäfsiger Gestalt; Nebelflecke, er Mitte einen Stern haben oder die zwei Sterne anschei- inden oder sonst in auffallender Verbindung stehen; Nebel- e eine Reihenfolge bilden; Sterne, deren Anordnung so auf- t, dafs man geneigt wird, eine wahrhafte Verbindung zwi- en vorauszusetzen; einen schönen runden Nebel von 5 Min. ser, in dessen genauer Mitte sich ein scheibenförmiger Kern Durchmesser befindet, so als ob ein Planet mit einer sehr mosphäre umgeben wäre, u. s. w.

Digitized by Google

So erscheint also das Sternsystem, in welchem un
Sonne sich als ein ziemlich isolirt stehender Stern und in
ner Gegend, wo die isolirten Sterne nicht so zahlreich
in andern Gegenden sind, befindet, als aus einer grofsen M
von Sternhaufen zusammengesetzt und ebenso kann es
wohl, wie Herschel vermuthet, unter den nicht zu un
Milchstrafse gehörigen, uns sichtbaren Sternhaufen mehrere
ben, die an einander gereiht vielleicht wieder in eine s
Schicht geordnet, als eine andere Milchstrafse bildend,
einander zusammengehören, und so mag sich also, wenn
nach der Analogie urtheilen, vielleicht selbst in dem un
nigermafsen sichtbaren Heere von nebligen Sternhaufen
als eine Milchstrafse unsern Blicken darbieten.

B.

Mineralogie.

Oryktognosie; *Mineralogia;* Mineral
Mineralogy.

Derjenige Theil der Naturbeschreibung, der die Mi
lien zum Gegenstande hat. Zu den Mineralien gehören
auf der Erde vorkommende, gleichartige, unorganische K
sowohl einfache, als zusammengesetzte, sowohl feste, als
sige, nebst denjenigen von untergegangenen Pflanzen
Thieren herrührenden organischen, welche zwar eine
sche Mischung, aber keinen organischen Bau mehr be
wie Bernstein, Steinkohlen u. s. w. Luft und Wasser werden
vielen Mineralogen in das Gebiet ihrer Wissenschaft gez
Ungleichartige unorganische Körper, z. B. Granit, gehören
Ganze in das Gebiet der Geognosie und nur ihren einz
Gemengtheilen nach in das der Mineralogie. Ueberreste
organischen Reichs, die ihren organischen Bau beibehal
ben, sind Gegenstand der *Petrefactenkunde*, nicht der
neralogie. Während die *Geologie* die Entstehungsweise
Mineralien betrachtet, lehrt die Mineralogie die geometrisch
physikalischen, chemischen und physiologischen Eigensch
derselben. Sie zerfällt in den allgemeinen und den speci
Theil. Ersterer begreift die Terminologie und die Classi
tion. Die Terminologie handelt, ohne Berücksichtigung

Minerals, die Eigenschaften der Mineralien im All-
ab, und zwar hinsichtlich der geometrischen den
ad innern Bau; hinsichtlich der physikalischen das
Gewicht, die Festigkeit und Flüssigkeit, die Härte
hheit, die Geschmeidigkeit, Biegsamkeit und Sprö-
e Durchsichtigkeit, die Lichtbrechung, den Glanz,
das Farbenspiel, die Phosphorescenz, die Wärme-
ie Elektricitätsleitung, die Elektricitätserregung, den
as u. s. w.; hinsichtlich der chemischen Eigen-
is Verhalten im Feuer, gegen Luft, Wasser, Säu-
v. und hinsichtlich der physiologischen den Geruch
mack. Die Classification erörtert die verschiedenen
Mineralien einzutheilen. Entweder wird die Ein-
ich den geometrischen, physikalischen und physio-
Eigenschaften der Mineralien vorgenommen (soge-
arhistorische Eintheilung), oder nach ihrer chemi-
r (chemische Eintheilung). Da übrigens jene Ei-
i blofs eine Folge der chemischen Natur sind, nur
lie Art, wie sich die kleinsten Theile vereinigt ha-
i gewissen Einflufs auf die Eigenschaften ausübt[1],
t es schon aus diesem Grunde zweckmäfsiger, die
Natur, als Ursache der Eigenschaften, zum höch-
eilungsprincip zu erheben, als die Eigenschaften,
das Secundäre sind[2]. In der speciellen Minera-
en die einzelnen Mineralien nach ihren Eigen-
schrieben, mit Angabe ihres Vorkommens und

erner'sche Schule nimmt das Wort Mineralogie in
n Sinne und begreift darunter: Oryktognosie (oder
an gewöhnlich Mineralogie nennt), mineralogische
ognosie, mineralogische Geographie und ökonomi-
logie.

G.

Bd. V. S. 1351.
meine Abhandlung in v. Leonhard's Zeitschrift für Mi-
5. S. 322.

Digitized by Google

Mittag.

Mittagsgegend, Süden; *Meridies, A.*
Plaga meridionalis seu australis; Midi, Sud; *S*
Point of South.

So nennt man im Allgemeinen diejenige Himmelsgeg
welcher die Gestirne, aus unsern Gegenden betrachtet,
höchsten Stand über unserm Horizont erreichen. Ge
zeichnet man durch diesen Ausdruck diejenige Hälfte d
ridians, in welcher das Zenith des Beobachters liegt u
von den beiden Weltpolen begrenzt wird, während
dere Hälfte des Meridians, in welcher das Nadir lie
ternacht genannt wird.

Mittag oder *Mittagszeit* (*Meridies*, *Midi*, *N*
der Augenblick, wo die Sonne ihren höchsten Stand a
mel hat, oder der Augenblick der *Culmination* der
Die Astronomen fangen ihre Tage mit dem Mittage an,
bürgerlichen Rechnung aber beginnt der Tag schon
jenem Mittage vorhergehenden Mitternacht. Diese
Zählung hat schon manche Irrung veranlafst, aber
der beiden Parteien sich nach der andern bequemen
mufs man das Uebel eben bestehn lassen. Die fra
Astronomen haben zur Zeit der Revolution ihre T
von Mitternacht angefangen, aber der neue Gebra
keinen Bestand. Um eine auf astronomische Weise
Tagszeit in bürgerliche Zählung zu verwandeln, bem
blofs, dafs die bürgerliche Rechnung immer um 12
mehr zählt als die astronomische. Wenn daher die
mische Tagszeit von T Stunden gegeben ist, wo T
bis 24^h gezählt zu werden pflegt, wenn z. B. die T
des 10. Septembers irgend eines Jahres gegeben und
gerliche Zeit zu verwandeln ist, so hat man, wenn T
als 12 Uhr ist, in bürgerlicher Rechnung ebenfalls
Sept. T Uhr und zwar *Abends;* ist aber T *gröfser* al
so hat man dafür in bürgerlicher Rechnung den 11. S
(T — 12) Uhr *Morgens* zu setzen. So ist

Digitized by Google

istron. Rechnung	Bürgerl. Rechnung
). Sept. 8 Uhr	10. Sept. 8 Uhr Abends,
). Sept. 15 Uhr	11. Sept. 3 Uhr Morgens

fort in allen andern Fällen.

och unterscheidet man den wahren und den mittlern , wo sich jener auf die *wahre* und dieser auf die *mittnne* bezieht[1]. In der bürgerlichen Rechnung gebraucht en wahren, in der astronomischen aber den mittlern , weil nur der mittlere, nicht aber auch der wahre Tag, eine und dieselbe Länge hat.

ittagsfläche ist die Ebene des *Meridians.*

ittagskreis ist die Peripherie des *Meridians.*

ittagslinie ist die Durchschnittslinie der Mittagsfläche mit orizonte. Sie ist der Durchschnitt des Meridians mit orizonte. Die Kenntnifs derselben ist zu vielen Zwecken tzlich, z. B. zur Bestimmung der Weltgegenden, zur hung der Sonnenuhren, zur Stellung der Uhren über- . s. w. Unter den vielen Methoden, eine solche Mit- zu ziehn, ist die folgende eine der einfachsten. Man inen Stab vertical auf eine horizontale Ebene, und be aus dem Fufspuncte des Stabes als aus einem Mite mehrere concentrische Kreise. Man bemerke dann m dieser Kreise diejenigen zwei Puncte, auf welche l nach dem Mittage das Ende des Schattens des Stat. Nimmt man die Mitte zwischen diesen zwei Punsselben Kreises und zieht durch diese Mitte und durch fspunct des Stabes eine gerade Linie in der horizontane, so ist diese gerade Linie die gesuchte Mittagslian sieht, dafs im Allgemeinen schon ein einziger Kreis und dafs die andern nur da sind, um gröfsere Sin das Resultat zu bringen. Die Mittagslinien nämie man auf diese Art aus jedem einzelnen Kreise und hm befindlichen Puncten erhält, müssen mit den andern inien übereinstimmen, und wenn sie nur wenig unter r abweichen, so nimmt man das Mittel aus allen. Verfahren setzt voraus, dafs die Declination der Sonne[2] l der Dauer dieser Beobachtungen dieselbe bleibt, was

---

[1] ergl. Art. *Sonnenzeit.*

[2] . Art. *Abweichung.* Bd. I. S. 128.

Digitized by Google

nicht der Fall ist. Allein die daraus folgende Correction für dieses Verfahren, das seiner Natur nach keine grofse Sch gewähren kann, zu gering, als dafs man sie nicht gänz übergehn sollte, besonders wenn man diese Beobachtungen Zeit der beiden Sonnenwenden anstellt, wo die Decli der Sonne sich nur äufserst wenig ändert. Ganz auf die Art entsteht auch der *Gnomon*, nur mit dem Unterschi dafs er mit mehr Sorgfalt ausgeführt wird. Wenn man eine solche Mittagslinie mit der gröfsten Genauigkeit zu a nomischen Zwecken ziehn oder wenn man sie durch g Provinzen und Länder fortführen will, so wird man sich zu derjenigen Methoden bedienen, die z. B. in Littr th. u. pr. Astron. Bd. I. S. 212—221 angeführt sind. W man keine grofsen und kostbaren Instrumente, z. B. ein Passageninstrument, zu Gebote hat, so ist folgendes Verfa von ganz vorzüglicher Anwendbarkeit.

In einer willkürlichen Entfernung von dem Beobachtu orte stelle man, in der Richtung des schon beinahe be ten Meridians, mehrere terrestrische Signale, am besten kel gefärbte Kugeln, auf und beobachte dann, mittelst Sextanten, vor und nach dem Mittage, von jedem dieser gnale correspondirende Distanzen der Sonne, also z. B. jedem dieser Signale drei vormittägige und ebenso drei g grofse nachmittägige Distanzen. Nimmt man dann die zwischen den Beobachtungen der beiden gleichen Dist des einen Signals, so wird diese zugleich die Zeit des reu Mittags seyn, wenn das Signal genau im Meridian Steht aber das Signal östlich vom Meridiane, so wird die aus gefolgerte Zeit gröfser seyn, als die des wahren Mi und umgekehrt. Dasselbe wird man für jedes andere S haben. Hat man nun zugleich an demselben Tage correspondirende Höhen der Sonne beobachtet[2], so erhält daraus unmittelbar die Zeit des wahren Mittags, die dahe jenen Mittagen aus den Signalen verglichen sofort auch zeigt, wie viel jedes derselben zu weit östlich oder we von dem wahren Meridiane absteht. Es versteht sich, die correspondirenden Sonnenhöhen sowohl, als auch die

1 S. v. Zach in Mon. Corr. T. III.

2 S. Art. *Höhe* eines Gestirns. Bd. V. S. 281.

lir enden Distanzen der Sonne von den Signalen wegen eclinationsänderung der Sonne vorerst verbessert werden . Die erste Verbesserung ist a. a. O. bereits oben an- n worden, für die zweite aber wird man auf folgende verfahren. Ist φ die Polhöhe des Beobachtungsortes, Declination der Sonne, t die halbe Zwischenzeit der htung und $d\delta$ die Aenderung der Declination in der , so wie h die Höhe des Signals, so hat man für die e Correction den Ausdruck

$$\frac{d\delta}{15}\left\{\frac{\text{Cotg.}(\varphi+h)}{\text{Sin. t}}+\text{Tang.}\,\delta\,\text{Cotg. t}\right\}.$$

ese Weise fand v. Zach am 7. April 1801 aus drei auf- en Signalen die corrigirten Mittage in seiner Uhrzeit ückt:

von dem I. Signal . . .	11^h	$55'$	$52'',31$
II. —	11	56	18,64
III. —	11	56	48,57.

lie correspondirenden Sonnenhöhen selbst gaben ihm den ten, also den *wahren* Mittag

$$11^h\ 56'\ 52'',20.$$

folgt, dafs das Signal III. unter allen am wenigsten, 3″,63 östlich vom Meridiane entfernt war. Es war as I. Signal von dem dritten um 68,6 Zoll und das al von dem dritten um 36,5 Zoll entfernt, während die ehenden Beobachtungen zeigen, dafs die Mittage des I. Signals um 56″,26 und die des II. und III. Signals um von einander abstehn. Nennt man also x die Entfer- les dritten Signals von dem wahren Meridiane, so folgt m I. und III. Signale

$$x = 3{,}63 \cdot \frac{68{,}6}{56{,}26} = 4{,}426$$

s dem II. und III. Signale

$$x = 3{,}63 \cdot \frac{36{,}5}{29{,}93} = 4{,}427,$$

daher, im Mittel aus beiden Bestimmungen, das dritte um 4,4265 Zoll östlich vom Meridiane entfernt war. dasselbe um 4,4265 westlich rücken und auch die übri-

gen beiden, der vorhergehenden Rechnung gemäfs, gebö
stellen liefs, fanden sich nicht nur alle drei Signale, d
das Fernrohr seines Passageninstruments besehn, genau in d
selben geraden Linie, sondern auch in dem Meridian
dieses Instruments. Auf diese Weise kann also, blofs
die Beobachtung eines einzigen Tags, eine Meridianlini
Gegend von der Länge einer deutschen Meile mit der g
ten Schärfe gezogen werden. Wenn sich der Beobachter
folgenden Tage an den Ort verfügt, wo früher diese Si
standen, und dieselben Beobachtungen wiederholt, so w
die Länge seiner Meridianlinie dadurch verdoppeln und s
kurzer Zeit dieselbe durch sein ganzes Land ziehn k
Dabei wollen wir noch bemerken, dafs diese so erhaltene
tagslinie, da sie ganz auf der Oberfläche der Erde liegt,
gerade Linie mehr seyn kann, wie oben, bei der Erk
des Worts *Mittagslinie*, vorausgesetzt wurde. Wen
aber nur einen kleinen Theil der durch das letzte Ver
erhaltenen krummen Linie, z. B. von der Länge einiger K
betrachtet, so wird man diese Theile ohne allen merk
Fehler als eine gerade, mit der oben erwähnten Mittag
zusammenfallende Linie betrachten können. Genauer a
drückt ist also die Mittagslinie ein gröfster Kreis der E
der durch den Beobachter und durch die beiden Pole g
oder die Mittagslinie ist identisch mit der Peripherie des
schen Meridians und jene gerade Linie ist die Tangente
gröfsten Kreises.

Anders noch verhält sich die Sache, wenn die Erde
als eine Kugel, sondern wenn sie als ein Sphäroid, d. h.
ein Körper angenommen wird, der durch die Umdrehung
ner Ellipse um ihre kleine Axe entstanden ist, wie diese
Theorie gemäfs seyn mufs, die von den Geometern üb
Gestalt der Erde aufgestellt worden ist[1].

L

1 Vergl. Laplace Exposision du Système du Monde. Ed. V. T
p. 115.

Digitized by Google

Mittelpunct.

Centrum; Centre; *Centre.* In der Geometrie heifst lpunct derjenige Punct einer Figur oder eines Körpers, wel- alle durch ihn gehenden geradlinigen Sehnen in zwei gleiche e theilt. So hat man den Mittelpunct eines Kreises und Kugel, aber auch den Mittelpunct einer Ellipse, eines lelogramms u. s. w., wo in dem letzten die Sehnen statt ngen geraden Linien genommen werden, die durch den hschnitt der beiden Diagonalen gehn. Nicht blofs Figu- nd Körper haben einen solchen Mittelpunct, so dafs man Untersuchung über die mit einem Mittelpuncte versehenen en und Flächen als einen eigenen Zweig der Geometrie chten kann, sondern dieses Wort wird auch in mehrern n Wissenschaften unter verschiedenen Bedeutungen ge- ht, von welchen wir hier die vorzüglichsten kurz ange- wollen.

1. *Mittelpunct der Anziehung*, zur Mechanik gehörend, er Punct, in welchen man die anziehende Kraft versetzt t. So ist die Sonne der Mittelpunct der Anziehung des tensystems; so ist der geometrische Mittelpunct der Erde ich der Mittelpunct der Anziehung für alle Massenelemente, welchen die Erde besteht, weil alle diese Massen gegen geometrischen Mittelpunct der Erde gravitiren oder von angezogen werden. Eine Kugel zieht im Gegentheile je- auſser ihr gelegenen Punct so an, als ob die ganze Masse Kugel in ihrem geometrischen Mittelpuncte vereinigt wäre, sgesetzt dafs die Anziehung der Kugelmasse sich ent- r wie die Entfernung oder auch verkehrt wie das Qua- der Entfernung des angezogenen Punctes verhält. In die- beiden Fällen ist also der geometrische Mittelpunct der el auch zugleich der Mittelpunct der Anziehung derselben, len andern Fällen aber sind diese beiden Mittelpuncte von der verschieden. Jene beiden Fälle sind aber die der r. Denn eine körperliche, d. h. mit Masse angefüllte ire zieht jeden *innern* Punct dieser Sphäre mit einer t an, die der Distanz dieses Punctes vom Mittelpuncte der el proportional ist, und im Gegentheile jeden *äufsern* Punct

Digitized by Google

mit einer Kraft, die sich verhält wie verkehrt das Quadr
Entfernung dieses Puncts von dem Mittelpuncte der Kugel
ser letzte Umstand ist die Ursache, dafs wir, bei der B
nung der Anziehungen, welche die Körper des Himme
ter einander ausüben, diese Körper, ihrer Gröfse unge
als blofse Puncte betrachten können. Ohne diese Abk
würde unsere mathematische Analyse, so sehr sie auch
vervollkommnet seyn mag, nicht hinreichen, auch nur d
fallendsten Erscheinungen in der Bewegung des Welt
darzustellen. Wenn z. B. die Planeten und Kometen,
der Kugelform, die sie sehr nahe haben, die Gestalt v
lindern oder von sehr langgestreckten Parallelepipeden
so würden wir ihre Bewegung um die Sonne nicht a
berechnen im Stande seyn.

II. *Mittelpunct des Gleichgewichts.* Wenn in
Systeme von Körpern, die unter einander auf irge
Weise verbunden seyn mögen, auf jeden dieser Körp
bene Kräfte wirken, so giebt es im Allgemeinen in jed
chen Systeme einen Punct, der, wenn er unterstützt o
festigt wird, das System, ungeachtet der Wirkung jene
im Gleichgewichte oder in Ruhe erhält. Wenn diese
blofs von der *Schwere* der Erde, also von unter sich
lelen Kräften getrieben werden, so heifst dann dieser
punct des Gleichgewichts der *Schwerpunct* des System
Schwerpunct ist also nur als ein specieller Fall von dem
telpuncte des Gleichgewichts zu betrachten[1].

Die Richtung der Schwere würde bei einer vollk
kugelförmigen Erde für alle Puncte ihrer Oberfläche
dem geometrischen Mittelpuncte derselben gerichtet seyn
würde nämlich in der Richtung der Normalen dieser F
d. h. in der Richtung der Halbmesser der Kugel liegen,
bei der Kugel alle Halbmesser zugleich Normalen sind
auf der Oberfläche derselben senkrecht stehn. Da aber d
an ihren Polen abgeplattet ist oder da sie, der Theori
mäfs, die Gestalt eines Körpers hat, der durch die D
hung einer Ellipse um ihre kleine Axe entstanden ist, e

1 Wie dieser Schwerpunct für Linien, Flächen und Kö
funden wird, ist oben im Art. *Mechanik* und in einem eigen
Schwerpunct gezeigt.

Digitized by Google

ung der Schwere, die immer in der Normale jeder
e liegt, nur in den Puncten des Aequators und in
en Polen durch den geometrischen Mittelpunct der
n, in allen übrigen Puncten der Erdoberfläche aber
esem Mittelpuncte vorbeigehn.

Mittelpunct der Kräfte ist mit dem bereits erwähn-
lpuncte der Anziehung gewöhnlich gleichbedeutend.
echanik unterscheidet man überhaupt zwei Gattungen
ten. Die *ersten* haben unter sich parallele Richtun-
z. B. die Schwere der Erde, wenigstens in kleinen
gen über ihrer Oberfläche. Obschon nämlich die
oder die Anziehung der Erde auf Körper aufser ih-
fläche durchaus nahe gegen den Mittelpunct der Erde
ist, so können doch diejenigen geraden Linien, die
e an der Erdfläche, wo wir allein Versuche anstellen
als Verlängerungen der Erdhalbmesser zieht, ohne
en Fehler als unter sich parallele Linien angesehn
und wir dürfen daher sagen, dafs in der Nähe der
he der Erde die Richtungen der Schwere alle unter
allel sind, obschon sie, verlängert in dem Mittelpuncte
e zusammenkommen. Unter dieser Voraussetzung be-
man z. B. die Bewegung der auf der Erde schief gegen
rizont geworfenen Körper. Wenn man aber auch die
ng derjenigen Körper, z. B. des Mondes, die weiter
Erde entfernt sind, unter dieser Voraussetzung be-
wollte, so würde man dadurch in sehr grofse Fehler
n, weil hier die Richtungen der Halbmesser der Erde
Monde fortgesetzt schon sehr merklich von der pa-
Lage abweichen. Dasselbe ist der Fall mit der Be-
der Erde und aller Planeten um die Sonne. Hier
man also der Natur der Sache gemäfs an, dafs die
hren Sitz in dem Mittelpuncte jenes anziehenden Kör-
. B. in dem Mittelpuncte der Sonne, habe und dafs ihre
ngen, gleichsam wie die Strahlen eines daselbst befind-
Lichtes, nicht mehr parallel fortgehn, sondern diver-
aus dem Mittelpuncte der Sonne auslaufen. Solche
werden daher Centralkräfte genannt und der Punct, den
ls den Sitz einer solchen Centralkraft betrachtet, heifst
ittelpunct dieser Kraft.

V. *Mittelpunct der Masse oder der Trägheit.* Dieser Aus-

Digitized by Google

druck ist gleichbedeutend mit „*Schwerpunct.*“ Euler hat zuerst in seiner *Theoria motus corp. rigidorum* eingeführt. oft nämlich parallele Kräfte auf eine körperliche Masse ken, läfst sich die ganze Wirkung dieser Kräfte in irgend nem Puncte der Masse vereinigt denken, ohne den E welchen diese Kräfte hervorbringen, dadurch abzuän Diefs ist z. B. der Fall, wenn ein horizontaler Wind auf nen Windmühlflügel wirkt, selbst wenn man von der Sch der Erde ganz abstrahirt. Man kann übrigens zeigen, dieser Punct, z. B. hier des Flügels, mit dem Schwerp desselben identisch ist.

V. *Mittelpunct, phonischer,* ist der Ort, an wel sich bei einem Echo, das mehrere Sylben wiederholt, die dende Person stellen mufs, um das Echo am besten hören.

VI. *Mittelpunct der Schwere* ist dasselbe mit „*Sch punct.*“

VII. *Mittelpunct des Schwungs* (*Centrum oscilla* ist derjenige Punct eines zusammengesetzten Pendels[1], in chem die ganze schwere Masse dieses Pendels vereinigt denselben Aufhängepunct ebenso schnelle Schwingungen chen würde, als das zusammengesetzte Pendel selbst

Fig. 308. Sey a c ein einfaches und A C ein zusammengesetztes Pe die beide um den Punct a oder A gleich schnell schwi Nimmt man den Punct O in dem letzten Pendel so an, die Distanz A O gleich a c oder gleich der Länge des e chen Pendels ist, so ist O der Mittelpunct des Schwung das zusammengesetzte Pendel A C. Demnach genügt es bei einem zusammengesetzten Pendel A C blofs den M punct O des Schwungs zu kennen, um seine ganze Th auf die des einfachen Pendels zurückzuführen. Denn das sammengesetzte Pendel schwingt dann vollkommen so, wie einfaches Pendel von der Länge A O schwingen würde, w in dem Puncte O die ganze schwere Masse des zusamme setzten Pendels A C vereinigt ist.

Es ist bereits oben[2] gesagt worden, wie wichtig d Aufgabe für die Wissenschaft geworden ist und welche M

1 S. Art. *Pendel.* Bd. VII. S. 310 u. 336 ff.
2 S. Art. *Mechanik.*

Digitized by Google

ostet hat, sie vollkommen aufzulösen. Dieses Problem der Geschichte der Mechanik Epoche gemacht und ihm t man vorzüglich die gegenwärtige, in so hohem Grade kommnete Gestalt dieser Wissenschaft. MERSENNE hat im J. 1646 diese Aufgabe der Geometrie vorgelegt und ENS hat zuerst eine genügende Auflösung derselben ge-

Das Resultat dieser Auflösung besteht kurz in Fol-

.

y ABB'B''.. eine gerade Linie ohne Schwere, in meh-irer Puncte B, B', B''.. mit Körpern belegt, deren Mas-derselben Ordnung m, m', m''.. seyn sollen, während e Entfernungen der Schwerpuncte dieser Massen von ufhängepuncte A des auf diese Weise zusammengesetz-ndels AB, AB', AB''.. durch a, a', a''.. bezeichnen

Ist nun wieder O der Mittelpunct des Schwungs die-ammengesetzten Pendels und AO = u die Entfernung en von dem Aufhängepuncte A, so hat man, nach ENS Auflösung, für den gesuchten Werth von u den k

$$u = \frac{a^2 m + a'^2 m' + a''^2 m'' + ..}{a m + a' m' + a'' m'' + ..}$$

irzer mit dem bekannten Summenzeichen

$$u = \frac{\Sigma . a^2 m}{\Sigma . a m}.$$

flegt aber in der Statik das Product der Masse in die ung derselben von dem Umdrehungspuncte das *stati-foment* und das Product der Masse in das Quadrat die-ntfernung das *Trägheitsmoment* dieser Masse zu nennen. ch ist die gesuchte Distanz des Schwingungspuncts von ufhängepuncte gleich der Summe der Trägheitsmomente, durch die Summe der statischen Momente aller Massen, lchen das zusammengesetzte Pendel besteht.

'endet man diesen Ausdruck auf gegebene Flächen oder an, so wird man, wenn dm das Differential der Flä-zeichnet, statt m die Gröfse $\int\int dx dy$ und bei den Kör-ie Gröfse $\int\int\int dx dy dz$ setzen und den Werth der Grö-ler Aufgabe gemäfs annehmen. Da in dem Art. *Pendel*[1] n specieller Fall, der einer ganzen Kugel, angeführt wor-

---

[1] Bd. VII. S. 337.

Digitized by Google

den ist und mehrere andere ebenso oft vorkommen kön so wird es nicht unangemessen erscheinen, wenn hier ei der vorzüglichsten dieser besondern Fälle, zugleich mit rem allgemeinen Ausdrucke, kurz zusammengestellt werde

A. Schwingungen der Flächen nach der Kante.

Fig. 309. Sey OC eine auf die Ebene des Papiers senkrecht hende, hier als horizontal gedachte Axe, um deren Punct eine gegebene krumme Fläche MAN so schwingt, dafs immer in der Ebene des Papiers bleibt. Eine solche Schw gung wird *oscillatio in latus* genannt.

Sey OA = h eine unbiegsame Linie ohne Schwere, welche die Fläche MAN an den Schwingungspunct O befes ist, und setzen wir voraus, dafs diese Linie OA verlän die Fläche MAN in zwei gleiche und ähnliche Theile so dafs also beide Hälften der Fläche zu den beiden Se der Geraden OAP symmetrisch liegen.

Setzt man dann die auf einander senkrechten Coordi ten AP = x und PM = PN = y, so hat man, mittelst vorigen Ausdrucks, für die gesuchte Entfernung OU = u Schwingungspuncts U dieser Fläche von dem Aufhängepun O die Gleichung

$$u = \frac{\int (h+x)^2 y\,dx + \frac{1}{3}\int y^3\,dx}{\int (h+x)\,y\,dx}.$$

I. Um einige besondere Fälle dieses allgemeinen Au Fig. 310. drucks anzuführen, sey die Figur BDbd ein Rechteck, de sen Seiten Bb = Dd = a und BD = bd = b sind. Hier demnach die Ordinate y constant und gleich b, also auch Zähler des Bruchs u gleich

$$\int (h+x)^2 b\,dx + \frac{b^3}{3}\int dx = \tfrac{1}{3} b (h+x)^3 + \frac{b^3 x}{3} + \text{Const.}$$

und der Nenner $\int (h+x)\,b\,dx = \frac{1}{2} b (h+x)^2 + \text{Const.}$

Sollen diese Integrale mit x zugleich verschwinden, ist die Constante gleich $-\frac{1}{2} h^2 b$, also auch die gesuchte Di stanz u des Mittelpunctes des Schwunges vom Aufhängepunct O des Rechtecks

$$u = \tfrac{2}{3} \cdot \frac{(h+x)^3 + b^2 x - h^3}{(h+x)^2 - h^2}.$$

, also der Aufhängepunct in A, so hat man

$$u = \frac{2}{3} \cdot \frac{x^2 + b^2}{x}.$$

), so hat man für eine in A befestigte geradlinige
n sehr dünnes Parallelepipedum oder einen sehr dün-
nder), dessen Länge x ist,

$$u = \frac{3}{4} x.$$

Für ein gleichschenkliges Dreieck A B D sey die Höhe Fig.
A E = a und die Basis B D = b, also B E = E D = $\frac{1}{2}$ b. 311.
an wieder A P = x und P M = y, so ist $y = \frac{bx}{2a}$ und
r x = a, die gesuchte Distanz

$$u = \frac{24h^2 + 32ah + 12a^2 + b^2}{24h + 16a};$$

0, wenn das Dreieck in seinem Scheitel A befestigt
nan

$$u = \frac{12a^2 + b^2}{16a},$$

) ist

$$u = \frac{13a}{16},$$

$\frac{b}{2}\sqrt{3}$, das heifst, für ein gleichseitiges Dreieck, von
Seite gleich b ist, ist

$$u = \frac{5b}{4\sqrt{3}}.$$

lich das gleichschenklige Dreieck A B D in der Mitte
Basis befestigt, so dafs der Aufhängepunct in E fällt,
ieder A E = a und B D = b, so findet man

$$u = \frac{4a^2 + b^2}{8a}.$$

Für eine in ihrem Scheitel A befestigte Parabel M A N Fig.
wenn a ihren Parameter bezeichnet, $y^2 = ax$, also 312.
Distanz u des Schwingungspuncts von dem Aufhän-
A oder

$$u = \frac{15x + 7a}{21}.$$

Für einen Kreisabschnitt M A N, der in der Mitte A Fig. 313.

Digitized by Google

seines Bogens MAN aufgehängt ist. Nimmt man AP = x, PM = und setzt man den Halbmesser des Kreises gleich a, so man $y^2 = 2ax - x^2$, also auch

$$u = \frac{\int x^2 (2ax - x^2)^{\frac{1}{2}} dx + \frac{1}{4} \int (2ax - x^2)^{\frac{3}{2}} dx}{\int x (2ax - x^2)^{\frac{1}{2}} dx}.$$

Setzt man nach der Integration dieses Ausdrucks x = 2a, erhält man für die gesuchte Distanz bei dem ganzen Kre

$$u = \tfrac{5}{4} a.$$

B. Schwingungen der Flächen nach d Breite.

Fig. 309. Sey CO eine horizontale Axe in der Ebene des P An dem Puncte O derselben werde durch die senkrechte biegsame Stange OA eine krumme Linie MAN so be dafs die Ebene dieser Figur ebenfalls in die hier als gedachte Ebene des Papiers fällt. Wird dann diese MAN durch einen auf sie senkrechten Stofs in Be gesetzt, so wird sie um den Punct O so schwingen, d zu beiden Seiten der Ebene des Papiers aus dieser Ebene austritt oder dafs jeder Punct dieser Figur, währen Schwingung, immer gleich weit von der horizontalen Ax entfernt bleibt. Eine solche Schwingung der Fläche heifst *oscillatio in planum.*

Nennt man wieder h die Entfernung OA und nimm an, dafs die krumme Linie MAN zu beiden Seiten de ticalen Linie OAP symmetrisch liegt, so sey, wie z AP = x und PM = y. Dieses vorausgesetzt kann m des Element der Flächenmasse PMpm durch den Au dx dy vorstellen, die Entfernung desselben von dem A gepuncte O wird aber h + x seyn, so dafs man daher Distanz u des Schwingungspunctes der Fläche von ihren hängepuncte sofort den Ausdruck hat

$$u = \frac{\int (h + x)^2 . y \, dx}{\int (h + x) y \, dx}.$$

Fig. 314. I. Ist die Figur ein Rechteck BCDE und wird dasse der Mitte A einer seiner Seiten aufgehängt, so sey BC = D und BD = CE = b. Setzt man dann AP = x und PM =

Digitized by Google

$y = \frac{1}{2}a$ eine constante Gröfse, und da für diesen be-
rn Fall $h = 0$ ist, so hat man

$$u = \frac{\frac{1}{2}a\int x^2 dx}{\frac{1}{2}a\int x\,dx} = \frac{2}{3}x,$$

ich für das ganze Rechteck $u = \frac{2}{3}b$, eine von der Breite
Rechtecks unabhängige Gröfse. Daraus folgt sofort, dafs
ür eine geradlinige Stange ohne Dicke oder doch von sehr
er und in allen ihren Theilen gleich grofser Dicke, wenn
Stange an einem ihrer Endpuncte A aufgehängt wird, die
z des Schwingungspuncts

$$u = \frac{2}{3}b$$

wird, wo $AF = b$ die Länge dieser Stange bezeichnet,
istimmend mit dem, was oben (A. I.) gefunden wurde.

. Für ein gleichschenkliges Dreieck ABE, das um sei- Fig.
heitel A schwingt, sey $AD = a$ die Höhe und $BE = b$ 315.
ıis desselben, so ist, wenn wieder $AP = x$ und $PM = y$
wird,

$$y = \frac{bx}{2a}$$

ıher die gesuchte Distanz

$$u = \frac{4}{5}x,$$

ch für das ganze Dreieck, wenn $x = a$ ist, $u = \frac{4}{5}a$.
ı gleichseitiges Dreieck ist $2a = b\sqrt{3}$ und daher eben-
$= \frac{3}{4}x$.

l aber der feste Punct, um welchen das gleichschenkli-
ieck schwingt, in der Mitte D der Basis liegen, so wird
dem vorhergehenden allgemeinen Ausdrucke $a - x$ statt
n, während y unverändert bleibt, wodurch man erhält,
der $h = 0$ ist,

$$= \frac{\int (a-x)^2 \frac{bx\,dx}{2a}}{\int (a-x)\frac{bx\,dx}{2a}} \text{ oder } u = \frac{6a^2 - 8ax + 3x^2}{6a - 4x},$$

$P = x$ ist, so dafs man daher für $x = a$ oder für das
Dreieck hat

$$u = \frac{1}{2}a.$$

l. Für die Parabel MAN, die um ihren Scheitel A Fig.
gt, hat man, wenn der Parameter derselben a ist, 317.
x, also auch

$$u = \frac{5}{7}x.$$

Digitized by Google

C. Schwingungen der Körper.

Wir betrachten hier der Kürze wegen nur diejenigen K
per, welche durch die Umdrehung einer Curve um eine
Fig. radlinige Axe entstehn. Sey OA=h, AP=x und PM=
316. wo y in der Verlängerung der verticalen Drehungsaxe
liegt.

Dieses vorausgesetzt findet man leicht aus dem oben
gebenen allgemeinen Ausdrucke für u bei jedem Rotat
körper

$$u = \frac{\int (h+x)^2 . y^2 dx + \frac{1}{4}\int y^4 dx}{\int (h+x) . y^2 dx}.$$

I. Ist AM ein Kreisbogen des Halbmessers a, so
man $y^2 = 2ax - x^2$. Substituirt man diesen Werth von
den vorhergehenden Ausdruck und nimmt man die drei
tegrale so, dafs sie mit x zugleich verschwinden, so
man für die Distanz des Schwingungspuncts eines *Ku*
ments von seinem Aufhängepuncte O an den Ausdruck

$$u = \frac{ha^2 + \frac{a}{3}(a^2 - h^2 + 4ha) + \frac{x^2}{4}(a - 2h) - \frac{1}{3}}{ha + \frac{x}{3}(2a - h) - \frac{1}{4}x^2}$$

Für die halbe Kugel ist x=a und daher

$$u = \frac{26a^2 + 110ah - 20h^2}{25a + 40h}.$$

Nimmt man h=0 an, oder soll das Kugelsegment um s
höchsten Punct A schwingen, so hat man

$$u = \frac{20a^2 + 15ax - 9x^2}{5(8a - 3x)}$$

und für die *halbe Kugel*

$$u = \frac{26}{25}a.$$

Für die *ganze Kugel* endlich ist x=2a und daher

$$u = \frac{7a^2 + 10ha + 5h^2}{5(a+h)}.$$

Setzt man h=k−a, so wird

$$u = k + \frac{2a^2}{5k}.$$

Für h=0 oder k=a endlich ist

$$u = \frac{7}{5}a.$$

Für einen Cylinder BCD, der in dem Mittelpuncte A Fig. 317.
bern Basis befestigt ist, sey die Höhe des Cylin- = a und der Halbmesser seiner kreisförmigen Basis D = b, so hat man, wenn man AP = x setzt und allgemeinen Ausdrucke für u die Gröfse y = b und nnimmt,

$$u = \tfrac{3}{5}x + \frac{b^2}{2x}.$$

0, das heifst, für eine sehr dünne geradlinige Stange = $\frac{3}{5}$ x, wie zuvor.

Für einen in seinem Scheitel A aufgehängten Kegel, Fig.
öhe AD = a und Halbmesser der Basis BD = DE = b 315.
nan, wenn AP = x und PM = y ist,

$$y = \frac{bx}{a},$$

, da h = 0 ist,

$$u = \tfrac{4}{5}x + \frac{b^2x}{5a^2},$$

für den ganzen Kegel, wo x = a ist,

$$u = \tfrac{4}{5}a + \frac{b^2}{5a}.$$

Für ein Paraboloid, das durch Umdrehung einer Pa- Fig.
N um ihre Axe AP entstanden ist, hat man $y^2 = ax$, 312.

$$u = \frac{a+3x}{4}.$$

Für ein Ellipsoid, das durch Umdrehung einer El-
ire grofse Axe entstanden ist, hat man $y^2 = 2px - \frac{px^2}{a}$,
halbe grofse Axe und p den halben Parameter der
zeichnet. Wird also das Ellipsoid in dem einen
seiner grofsen Axe befestigt, so hat man aus dem
enden allgemeinen Ausdrucke

$$= \frac{6ax(5a-2x)+p(20a^2-15ax+3x^2)}{5a(8a-3x)};$$

albe Ellipsoid ist x = a, also auch

$$u = \frac{8p+18a}{25};$$

inze Ellipsoid aber ist x = 2a und daher

$$u = \frac{p+6a}{5}.$$

Setzt man endlich $p=a$, so erhält man in diesem Falle die ganze Kugel

$$u = \tfrac{7}{5}\,a, \text{ wie zuvor.}$$

Fig. 318. VI. Für ein Kugelsegment MDNP endlich, das im M telpuncte A der Kugel aufgehängt wird, hat man, wenn AP und PM$=y$ ist, $y^2 = a^2 - x^2$, wo a den Halbmesser Kugel bezeichnet. Also hat man auch für das Stück BAC der Kugel

$$u = \frac{10a^2x^2 - 9x^4 + 15a^4}{30a^2x - 15x^3},$$

für $x=a$ oder für die Halbkugel ist daher

$$u = \tfrac{13}{11}\,a.$$

VIII. *Mittelpunct des Stofses* (*centrum percussi* So wird diejenige Stelle eines Körpers genannt, wo man die ganze Wirkung des Stofses, den er von einem a Körper erhält, vereinigt vorstellen kann, so dafs, wenn Stelle hinlänglich befestigt ist, der Stofs keine Bew des gestofsenen Körpers hervorbringen kann. Wallis diese Benennung zuerst eingeführt, aber den Mittelpunct Stofses und den so eben betrachteten Mittelpunct des Schw bei seiner analytischen Ableitung desselben, verwechselt, durch Stone, Jacob Bernoulli u. A. verleitet wurden, Mittelpuncte für identisch zu halten, was sie doch nur i nigen besondern Fällen sind, wie zuerst Joh. Bernoull zeigt hat[1].

IX. *Mittelpunct der Umdrehung* (*centrum rotati* Wenn ein Körper, z. B. eine Kugel, einen Stofs erhält, sen Richtung nicht durch ihren Mittelpunct geht, so wird ser Stofs nicht blofs eine progressive, sondern auch zu eine rotirende Bewegung der Kugel zur Folge haben. mufs es nun in dem Körper einen Punct geben, der die progressive Bewegung ebensoweit vorwärts, als durch rotirende Bewegung rückwärts getrieben wird, der also in bleibt, während alle andere Puncte des Körpers sich

1 In Karsten's Lehrbegriff der Mathem. Th. IV. Abth wird die Lehre vom Mittelpuncte des Stofses umständlich v tragen.

eser Punct heifst der Mittelpunct der Umdrehung und ist, bei fortdauernder Bewegung, in dem Körper oränderlich.

solcher *excentrischer* (nicht durch den Mittelpunct r) Stofs hat wahrscheinlich die doppelte Bewegung ten hervorgebracht, mit welcher sie um die Sonne ich um ihre eigene Axe sich bewegen. Von diesen ewegungen heifst die erste die *jährliche* und die e *tägliche* Bewegung des Planeten.

a die Entfernung der Richtung dieses ursprünglichen n dem Mittelpuncte des Planeten, den wir hier als l vom Halbmesser r betrachten und dessen Masse m

Nennt man u die *Winkelgeschwindigkeit der Ro*l k die Intensität oder die Stärke jenes ursprüngliches, so hat man, nach den ersten Gründen der Dy-

$$du = \frac{a k dt}{\int r^2 dm},$$

constante Element der Zeit bezeichnet. Ist dann ie Geschwindigkeit der progressiven Bewegung des m die Sonne und p die Kraft, welche diese Bewegt, so ist $dv = p dt$. Da aber diese Kraft p als ursprünglichen Stofse erzeugt seyn soll und die Wirs Stofses desto kleiner seyn wird, je gröfser die

Planeten ist, so hat man auch $p = \frac{k}{m}$ oder

$$dv = \frac{k dt}{m}.$$

man aber R die ursprüngliche Entfernung des Plader Sonne und du' die augenblickliche Winkelgeit der progressiven Bewegung des Planeten um so ist

$$du' = \frac{dv}{R} = \frac{k dt}{mR}.$$

her für das Verhältnifs der täglichen und jährlielgeschwindigkeit des Planeten

$$\frac{du}{du'} = \frac{amR}{\int r^2 dm}.$$

' die jährliche Umlaufszeit des Planeten und t die lichen Rotation desselben, so ist auch

Digitized by Google

$$\frac{du}{du'} = \frac{T}{t}.$$

Setzt man daher diese beiden Werthe von $\frac{du}{du'}$ einand

so erhält man

$$a = \frac{T}{mR} \cdot \frac{\int r^2 dm}{t},$$

und dieses ist daher der Abstand a der Richtung de den der Planet im Anfange seiner Bewegung erhalten dem Mittelpuncte desselben.

Um dieses auf die Planeten unseres Sonnensyste wenden, werden wir bemerken, dafs für eine K Halbmesser r das Moment der Trägheit[1] gleich $\int r^2 dm$ ist, so dafs man demnach hat

$$a = \frac{2Tr^2}{5Rt}.$$

Für die Erde hat man bekanntlich $\frac{T}{t} = 366{,}256$ und $\frac{r}{R} =$

oder $\frac{r}{R} = 0{,}0000417$; also ist auch $a = 0{,}0061$ Erd ser oder nahe 5,24 geogr. Meilen. Der erste Stofs, unserer Erde ihre doppelte Bewegung, um die Sonne sich selbst, gegeben hat, hatte also die Richtung ei den Linie, die um $\frac{6}{10000}$ des Halbmessers der Erde nahe 5¼ geogr. Meilen von dem Mittelpuncte der senkrechter Richtung abstand.

Für Jupiter ist $\frac{T}{t} = 10476$ und $\frac{r}{R} = 0{,}000087$, a $a = 0{,}365$ Halbmesser des Jupiter; der Werth vo daher für Jupiter viel gröfser, als für die Erde, da auch jener viel schneller um seine Axe dreht, als die

den Mond der Erde ist $\frac{T}{t} = 1$ und $\frac{r}{R} = 0{,}0045$, a $a = 0{,}0018$ Halbmesser des Mondes.

Ist wieder u die tägliche und u′ die jährliche Wi schwindigkeit eines Planeten in derselben Zeit, z. B. i Minute, und denkt man sich den Mittelpunct der Son dem ihr nächsten Puncte der Oberfläche des Planeten dur

1 S. Art. *Moment*.

Digitized by Google

unbiegsame Linie verbunden, so wird jeder Punct
ie, dessen Entfernung von dem Planeten z. B. gleich
ch die Rotation des Planeten in einer Minute den
nnd durch die jährliche Bewegung des Planeten um
in derselben Zeit den Bogen Ru′ beschreiben
beiden Bewegungen werden in *entgegengesetzten*
vor sich gehn. Um daher den Punct jener Linie
für welchen jene beiden Bewegungen einander gleich
man

$$ux = Ru' \text{ oder } x = \frac{Ru'}{u},$$

, der Punct, welcher von der der Sonne nächsten
des Planeten um die Distanz $x = \frac{Ru'}{u}$ absteht,
dem Augenblicke, während der doppelten Bewegung
ten, in *Ruhe* bleiben und er wird daher, nach der
enden Bedeutung des Worts, der *Mittelpunct der*
ng des Planeten seyn.

man $\frac{u'}{u} = \frac{t}{T}$ hat, so ist auch

$$x = \frac{Rt}{T} \ldots (I)$$

llich, da wir oben erhalten haben $\frac{t}{T} = \frac{2r^2}{5aR}$, so ist

$$x = \frac{2r^2}{5a} \ldots (II)$$

Erde ist $R = 20658000$ geogr. Meilen und $\frac{T}{t} = 366{,}256$,
auch nach (I) der Werth von $x = \frac{Rt}{T} = 56400$ Mei-
der für die Erde wurde oben gefunden $a = 0{,}0061$,
t auch, wenn der Halbmesser r der Erde gleich der
t gesetzt wird, nach (II) der Werth von $x = \frac{2}{5a} = 65{,}5$
bmesser, oder, da der Erdhalbmesser 860 Meilen hat,
6400 Meilen, wie zuvor. Für Jupiter ist $R = 108594000$
n und $\frac{T}{t} = 10476$, also auch $x = 10300$ Meilen. Für
lond endlich findet man ebenso $x = 221$ Mondhalbmes-

Digitized by Google

ser oder nahe 51600 Meilen, so dafs also jener Punct d Ruhe nahe in den Mittelpunct der Erde fällt.

L.

Mitternacht.

Mitternachtsgegend; *Septentrio, Boreas, Plaga septentrionalis s. borealis*; Septentrion, Nor *Septentrion, North.*

Die Gegend des Horizonts, die der Mittagsgegend geg über liegt. Für die nördliche Halbkugel ist der eigentl Mitternachtspunct in dem unter dem Nordpole liegenden Du schnittspuncte des durch die Weltaxe gelegten Verticalkre mit dem Horizonte. Die nicht untergehenden Sterne er chen im Norden ihre geringste Höhe, von wo sie wieder fangen aufzusteigen. Die diesem Mitternachtspuncte zuna liegende Gegend heifst die *Mitternachtsgegend.*

Mitternacht, Mitternachtszeit; *Media n* Minuit; *Midnight* ist der Zeitpunct, wo der Mittelpunct Sonne unter dem Horizonte ihren tiefsten Stand erreicht u dort durch den Mittagskreis geht. Dieser Zeitpunct ist Mitte der Nacht. Er ist 12 Stunden vom Mittage entfe und ist der Anfang des bürgerlichen Tages, sofern wir ei lich unter einem Tage die Zeit von 24 Stunden verstehn.

B.

Mittlerer Planet.

Da die Planeten in *elliptischen* Bahnen sich um die Son bewegen, da also auch ihre Geschwindigkeit in jedem Augen blicke eine andere ist, so würde man die Hauptaufgabe d Astronomie, den Ort eines Planeten für jeden Augenblick du Rechnung zu bestimmen, gar nicht auflösen können, wen man in der Bewegung dieser Himmelskörper nicht etwas au gefunden hätte, was sich gleichförmig, wie die Zeit selbst, ä dert. Dieses ist aber nach dem bekannten zweiten Gese Kepler's der Flächenraum, welchen der Radius Vector d Planeten um die Sonne beschreibt. Dadurch ist nun je Problem auf die sogenannten *Quadraturen* der Geometrie z

hrt; d. h. auf die analytische Angabe der Fläche ei-
tischen Ausschnitts, dessen Winkel am Brennpuncte
se man kennt.

nämlich die Umlaufszeit T eines Planeten in Tagen
Augenblick bekannt, wo er durch sein Perihelium
weifs man auch, dafs die von seinem Radius Vector
em Durchgange durch das Perihelium beschriebene
1, 2, 3.. Tagen gleich $\frac{F}{T}$, $\frac{2F}{T}$, $\frac{3F}{T}$ ... beträgt,
Fläche der ganzen Ellipse bezeichnet, die bekannt-
h dem Producte ihrer beiden Halbaxen in die Lu-
e Zahl 3,1415926 ist. Man kann demnach diese
r jeden gegebenen Augenblick finden, und es ist nur
g, aus der so bekannten Fläche dieses elliptischen
einen Winkel am Brennpuncte oder die sogenannte
nomalie und die Gröfse des Radius Vector selbst an
ze dieses Sectors durch Rechnung zu bestimmen,
ein Gegenstand der reinen Geometrie ist. Diesen
Theil unsers Problems findet man bereits oben[1] auf-
enigstens in seinen Hauptmomenten. Was dazu noch
swerthes und oft selbst Nothwendiges gehört, findet
Ende des gegenwärtigen Artikels, übrigens ohne Be-
sammengestellt, die hier zu viel Raum erfordern

Vorhergehende enthält die einfachste und natürlichste
g des Gegenstandes. Allein in den älteren und selbst
nehrern neuern astronomischen Schriften pflegt man
sung dieses Problems sich eines zweiten, imaginären
zu bedienen, der erstens mit dem wahren Planeten
gleich durch die grofse Axe der Bahn (durch das Perihe-
Aphelium des Planeten) und der zweitens in völlig
niger Bewegung (d. h. stets mit derselben Geschwin-
m die Sonne geht. Dieser imaginäre Planet wird
re genannt und man sieht, dafs seine Umlaufszeit
Sonne mit jener des wahren Planeten von gleicher

C der Mittelpunct und F, F' die beiden Brennpuncte Fig.
se PMAM', deren grofse Axe also ACB ist. Wenn 319.

[1] I. S. 295.

die Sonne in dem Brennpuncte F ist, so nennt man die b
den Endpuncte P und A der grofsen Axe die *Apsiden* z
zwar den Punct P das Perihelium oder die Sonnennähe u
den Punct A das Aphelium oder die Sonnenferne des Pla
ten. Beschreibt man aus dem Brennpuncte F als Mittelp
einen Kreis mit einem willkürlichen Halbmesser F p oder
der etwa das Mittel aus den beiden Halbaxen der Ellipse
und nimmt man an, dafs in der Peripherie p m a m″ di
Kreises ein Punct sich gleichförmig und so bewege, daf
mit dem wahren, in der Ellipse P M A M′, sich bewegen
Planeten immer zugleich durch die grofse Axe A P, u
durch p und a gehe, wenn der Planet durch P und A g
so stellt dieser Punct den oben erwähnten *mittleren* Pla
ten vor.

Die Winkel P F M, P F M′, P F M″.. nennt man die w
Anomalie, die ihnen entsprechenden p F m, p F m′, p F
aber die *mittlere Anomalie* des Planeten. Diese letzte
hält man durch eine einfache Addition oder Subtraction. W
z. B. die Umlaufszeit eines Planeten 100 Tage beträgt
wenn bereits bekannt ist, dafs er am 1. März Mittags d
sein Perihelium ging, so wird man die mittlere Anomalie
jeden andern Tag, z. B. für den 10. Mai Mittags sehr le
finden. Denn da der mittlere Planet sich ebenfalls in
Tagen in seinem Kreise p m a und zwar gleichförmig, be
und da er überdiefs mit dem wahren Planeten zu gle
Zeit durch die grofse Axe A Cp ging, so wird er, da er
10. Mai um 70 Tage von dem 1. März entfernt ist, in
ser Zwischenzeit $\frac{70}{100}$mal 360 Grade oder 252 Grade beschr
ben haben; der Bogen p m a m″ seines Kreises oder, was d
selbe ist, der Winkel an F, der zu diesem Bogen gehört, d
also die mittlere Anomalie des Planeten wird am 10. Mai
Grade betragen, und es wird nun nur noch darauf ankom
ans dieser mittlern Anomalie auch die wahre Anomalie u
den Radius Vector F M, F M′.. des Planeten abzuleiten, um
durch den wahren Ort des Planeten in seiner elliptischen Ba
zu erhalten. Diese Ableitung aber ist es, von der oben ge
sagt wurde, dafs sie nur mit Hülfe des zweiten Gesetzes v
Kepler gegeben werden kann, indem der Kreisbogen p
oder p m′.. sich ebenso verhält oder mit der Zeit gleichförm

wächst, wie die Fläche PMF, PM'F.. des ellipti-
Sectors, vorausgesetzt dafs der wahre Planet in den
n M, M', M''.. ist, wenn der mittlere in denselben
blicken die Puncte m, m', m''.. einnimmt.
an sieht schon aus der Zeichnung, dafs, so lange die
Anomalie PFM kleiner als 180 Grade ist, der wahre
immer *vor* dem mittlern voraus ist. Das Gegentheil
statt, wenn die wahre Anomalie gröfser als 180° ist.
nlich der wahre Planet in der Nähe seines Periheliums
gröfste und in der Nähe seines Apheliums A die klein-
schwindigkeit hat, während die des mittlern Planeten
dieselbe und zwar nahe das Mittel aus jenen beiden
vindigkeiten ist, so eilt der wahre Planet dem mittlern
jenigen Hälfte PMA seiner Bahn voraus, in welcher er
m Perihelium zu dem Aphelium übergeht, während er
andern Hälfte AM''M'''P aus derselben Ursache hin-
n mittleren Planeten zurückbleibt.

Um die oben erwähnten, hierher gehörenden Aus-
zum bequemen Gebrauche zusammenzustellen, wollen
rch a die halbe grofse Axe, durch aε die Excentrici-
r elliptischen Bahn, durch m die mittlere, durch ν die
Anomalie und endlich durch r den Radius Vector des
en bezeichnen. Dieses vorausgesetzt findet man für jede
seit dem bekannten Durchgange des Planeten durch sein
lium (wo t in Tagen und Theilen des Tages ausge-
wird) die mittlere Anomalie m des Planeten durch den
uck

$$m = 0{,}9856083 \cdot \frac{t}{a^{\frac{3}{2}}},$$

in Graden und Theilen des Grades erhalten wird.
Kennt man so den Werth von m, so suche man die Hülfs-
u (die man auch die excentrische Anomalie nennt) durch
leichung

$$m = u - \varepsilon \operatorname{Sin.} u$$

dann erhält man die wahre Anomalie ν und den Radius
r mittelst der Ausdrücke

$$\operatorname{Tang.} \tfrac{1}{2}\nu = \operatorname{Tang.} \tfrac{1}{2}u \cdot \sqrt{\frac{1+\varepsilon}{1-\varepsilon}} \text{ und}$$

$$r = a\,(1 - \varepsilon \operatorname{Cos.} u).$$

Digitized by Google

II. Zwischen diesen Gröfsen m, u, ν und r gieb
noch mehrere Relationen, deren Kenntnifs in der Astron
oft sehr nützlich ist. Die vorzüglichsten derselben sind
gende, in welchen der Kürze wegen $\varepsilon = \text{Sin. } \Theta$ gesetzt
den ist.

$$r = \frac{a \text{ Cos.}^2 \Theta}{1 + \varepsilon \text{ Cos. } \nu} = a \text{ Cos. } \Theta \frac{\text{Sin. u}}{\text{Sin. } \nu},$$

$$\text{Cos. u} = \frac{\varepsilon + \text{Cos. } \nu}{1 + \varepsilon \text{ Cos. } \nu} = \frac{a - r}{a\varepsilon},$$

$$\text{Cos. } \nu = \frac{\text{Cos. u} - \varepsilon}{1 - \varepsilon \text{ Cos. u}} = \frac{a}{r} (\text{Cos. u} - \varepsilon) = \frac{a \text{ Cos.}^2 \Theta - r}{r\varepsilon},$$

$$\frac{\text{Cos.} \frac{1}{2} u}{\text{Cos.} \frac{1}{2} \nu} = \sqrt{\frac{r}{a(1-\varepsilon)}}, \quad \frac{\text{Sin.} \frac{1}{2} u}{\text{Sin.} \frac{1}{2} \nu} = \sqrt{\frac{r}{a(1+\varepsilon)}},$$

$$\text{Sin.} \tfrac{1}{2} (\nu - u) = \text{Sin. u Sin.} \tfrac{1}{2} \Theta . \sqrt{\frac{a}{r}} = \frac{\text{Sin. } \nu \text{ Sin.} \frac{1}{2} \Theta}{\text{Cos. } \Theta} . \sqrt{}$$

$$\text{Sin.} \tfrac{1}{2} (\nu + u) = \text{Sin. u Cos.} \tfrac{1}{2} \Theta . \sqrt{\frac{a}{r}} = \frac{\text{Sin. } \nu \text{ Cos.} \frac{1}{2} \Theta}{\text{Cos. } \Theta} . \sqrt{}$$

Die vorhergehenden Ausdrücke sind sämmtlich ganz
nau, aber zur Berechnung oft nicht bequem. Die folge
setzen die Excentricität $a\varepsilon$ gegen die halbe grofse Axe a
Bahn nur gering voraus, wie dieses bei den meisten Pla
in der That der Fall ist, und dadurch lassen sich die Gr
ν, r, u in Reihen entwickeln, die nach den Potenzen v
fortgehn und die in vielen Fällen, besonders in der Th
der Störungen sehr nützlich sind.

Der Radius Vector wird durch die mittlere Anomali
folgende Weise ausgedrückt:

$$\frac{r}{a} = 1 - \varepsilon \text{ Cos. m} - \frac{\varepsilon^2}{1.2} (\text{Cos. } 2\,\text{m} - 1)$$
$$- \frac{\varepsilon^3}{1.2.2^2} (3 \text{ Cos. } 3\,\text{m} - 3 \text{ Cos. m})$$
$$- \frac{\varepsilon^4}{1.2.3.2^3} (4^2 \text{Cos. } 4\,\text{m} - 4.2^2 \text{Cos. } 2\,\text{m}) -$$

Die wahre und excentrische Anomalie können, eine durch
andere, auf folgende Art gegeben werden:

$$\tfrac{1}{2} u = \tfrac{1}{2} \nu - k \text{ Sin. } \nu + \tfrac{1}{2} k^2 \text{ Sin. } 2\nu - \tfrac{1}{3} k^3 \text{ Sin. } 3\nu + \ldots.$$
$$\tfrac{1}{2} \nu = \tfrac{1}{2} u + k \text{ Sin. u} + \tfrac{1}{2} k^2 \text{Sin. } 2u + \tfrac{1}{3} k^3 \text{Sin. } 3u + \ldots.$$

$$\text{wo } k = \frac{\varepsilon}{1 + \sqrt{1 - \varepsilon^2}} \text{ ist.}$$

m die mittlere Anomalie durch die wahre auszudrücken,
n $m = \nu - 2\varepsilon \operatorname{Sin.}\nu + 2k(\varepsilon - \frac{1}{2}k)\operatorname{Sin.}2\nu$
$- 2k^2(\varepsilon - \frac{3}{8}k)\operatorname{Sin.}3\nu$
$+ 2k^3(\varepsilon - \frac{3}{4}k)\operatorname{Sin.}4\nu - \ldots,$
dieselbe Bedeutung hat.

ie wahre Anomalie endlich wird durch die mittlere nach lem Ausdrucke gegeben:

$$\nu = m + 2\varepsilon \operatorname{Sin.} m + \tfrac{5}{4}\varepsilon^2 \operatorname{Sin.} 2m + \frac{\varepsilon^3}{4}(\tfrac{13}{3}\operatorname{Sin.}3m - \operatorname{Sin.}m) + \frac{\varepsilon^4}{24}(\tfrac{103}{4}\operatorname{Sin.}4m - 11\operatorname{Sin.}2m),$$

letzte Reihe, als die wichtigste, man noch auf die hö- otenzen von ε fortgeführt findet in Delambre's neue- onnentafeln, in v. Zach's Mon. Corresp. Bd. XI und und in v. Lindenau's und Bohnenberger's Zeitschrift

L.

Molybdän.

Wasserbleimetall; *Molybdaenum*; Molyb- *Molybdenum.* Als Schwefelmolybdän und molyb- res Bleioxyd sparsam in der Natur verbreitet. Silber- von 8,6 spec. Gewicht, nicht sehr spröde, nur im hef- Essenfeuer schmelzbar. Es bildet mit Sauerstoff:

Molybdänoxydul (48 Molybdän auf 8 Sauerstoff); pech- warz, bildet mit Wasser ein schwarzes Hydrat und mit ren schwarze oder purpurfarbige Auflösungen, die mit talien einen schwarzen Niederschlag geben.

Molybdänoxyd (48 Molybdän auf 16 Sauerstoff); dunkel- unes Pulver oder dunkel kupferrothe Krystallschuppen, n 5,606 spec. Gewicht, liefert mit Wasser ein braunes drat und eine gelbe lackmusröthende Auflösung, die h an der Luft grün, dann blau färbt; die Molybdän- ydsalze sind schwarz und lösen sich im Wasser mit roth- iuner Farbe, durch Alkalien rostbraun fällbar.

Molybdänsäure (48 Molybdän auf 24 Sauerstoff); kry-

Digitized by Google

stallisirt in weifsen glänzenden Blättchen und Nadeln, … in der Hitze gelb, schmilzt bei der Rothglühhitze und … dampft bei stärkerer unzersetzt, röthet Lakmus, schm… scharf metallisch, löst sich in 500 Theilen Wasser, … licher, mit gelbbrauner Farbe, in Säuren, erzeugt … Salzbasen die molybdänsauren Salze, die gewöhnlich … los oder gelb und meistens nicht im Wasser löslich …

Durch theilweise Oxydation des Molybdänoyds oder … duction der Molybdänsäure entsteht eine blaue, mit … blauer Farbe im Wasser lösliche Verbindung von Moly… oxyd und Molybdänsäure, früher als molybdänige Säure … terschieden.

G.

Moment.

Momentum; moment; *moment.* Ein Ausdruck … wohl auch sonst unter mancherlei Bedeutungen, besonders … in der Mechanik oft gebraucht und gemifsbraucht worden … Brisson, Descartes, Galilei, Wallis und selbst meh… neuere Schriftsteller über Mechanik haben dieses Wort … oft sehr verschiedenen Bedeutungen gebraucht und auch … gleich mehrere Arten von Momenten eingeführt, wodurch … cherlei Irrungen entstanden sind. Wir unterscheiden jetzt … wöhnlich nur zwei Gattungen: das *statische Moment* und … *Moment der Trägheit.* Da beide in der Wissenschaft … wichtig sind, so wird es angemessen seyn, das Vorzüg… von ihnen hier kurz zusammenzustellen.

Das statische Moment einer Kraft heifst das Product … ser Kraft in die senkrechte Distanz ihrer Richtung von ei… Puncte oder von einer geraden Linie oder endlich von … Ebene. Diese senkrechte Distanz kann nämlich als ein … *belarm*, durch welchen diese Kraft wirkt, betrachtet … Fig. 320. Bei dem gewöhnlichen einfachen Hebel AB, dessen Stütz… C ist, mufs sich bekanntlich bei dem Gleichgewichte … Kraft P zur Last Q verhalten, wie verkehrt die Abstände … Richtungen dieser Kräfte von dem Ruhepuncte, oder es mu…

$$P.CA = Q.CB,$$

d. h. die Momente beider Kräfte P und Q müssen für …

wicht einander gleich seyn. Dann wirken nämlich räfte gleich stark gleich auf die Drehung des Hebels Punct C. Man kann daher dieses Product P.CA oder ls den Ausdruck der Gewalt ansehn, mit welcher die oder die Kraft Q den Hebel um seinen Ruhepunct C n strebt. Daher kommt ihm, der Worterklärung ge- r Name Moment zu.

In diesem einfachen ersten Beispiele ist der Hebel ade horizontale Linie und die Richtungen AP, PQ en Kräfte sind unter sich parallel und auf jene Linie t. Allein derselbe Satz von der Gleichheit der Mo- ir das Gleichgewicht gilt auch für jede andere Ge- Hebels und für alle Richtungen der beiden Kräfte. Hebel ACB irgend eine krumme Linie und AP, BQ Fig. tungen der beiden Kräfte P und Q. Zieht man von 321. erstützungspuncte C auf die Richtungen dieser Kräfte rechten Linien $Ca = p$ und $Cb = q$, so mufs für das wicht seyn

$$Pp = Qq$$

Momente der beiden Kräfte müssen gleich grofs seyn.

Hat man einen mit mehrern Gewichten P, P', P''.. Fig. ten Hebel A A' A'', so nehme man in dieser Linie 322. willkürlich einen Punct O und setze die bekannten der Angriffspuncte A, A', A''.. dieser Kräfte von ncte $OA = a$, $OA' = a'$, $OA'' = a''$ u. s. w. Ist $= OC$ die gesuchte Entfernung des Anfangspunctes O jenigen Puncte C, in welchem der Hebel unterstützt nufs, wenn er unter der Wirkung aller dieser Kräfte ".. im Gleichgewichte bleiben soll, so hat man

$$x = \frac{aP + a'P' + a''P'' + ..}{P + P' + P'' + ..}$$

$$+P' + P'' + ..) - aP - a'P' - a''P'' - .. = 0,$$

lso auch hier für das Gleichgewicht die Summe al- ente gleich Null seyn mufs, wenn man die nach ent- etzten Richtungen wirkenden Kräfte einander entge- t nimmt. Die letzte Gleichung führt unmittelbar auf mmung des *Schwerpuncts* der Linien, Flächen und la der Unterstützungspunct C des Hebels, für den Fall

Digitized by Google

des Gleichgewichts, nichts anders als der Schwerpunct
Gewichte P, P′, P″.. ist, die den Hebel beschweren.
findet nämlich den Abstand des Schwerpunctes eines Kö
von einer gegebenen Geraden, wenn man das Moment
jeden Elements des Körpers in Beziehung auf jene Gra
tegrirt und die so erhaltene Gröfse durch die Summe
Elemente des Körpers dividirt. So ist für eine krumme
das Element derselben $ds = \sqrt{dx^2 + dy^2}$ und dessen Mo
in Beziehung auf die Axe der y gleich $x\,ds$, so wie in
ziehung auf die Axe der x gleich $y\,ds$. Nennt man dah
und Y die den x und y parallelen Coordinaten des Sch
puncts der krummen Linie, so hat man

$$X = \frac{\int x\,ds}{s} \text{ und } Y = \frac{\int y\,ds}{s}.$$

Ebenso findet man die Coordinaten des Schwerpuncts de
che, welche von einer krummen Linie begrenzt wird,
die Ausdrücke

$$X = \frac{\int xy\,dx}{\int y\,dx} \text{ und } Y = \frac{\int y^2\,dx}{\int y\,dx} \text{ u. s. w.}$$

Fig. 323. u. 324. C. Wenn bei dem einfachen Hebel mit parallelen R
tungen der Kräfte oder auch bei dem gebrochenen Hebel
willkürlichen Richtungen der Kräfte P, P′, P″ diejenigen K
welche den Hebel nach einer, und P‴, P⁽ᵛ⁾.. die, welche
nach der andern Seite zu drehn suchen, bezeichnen und
R die aus allen diesen Kräften resultirende Kraft nennt,
den Hebel nach derselben Seite, wie P, P′, P″.. dreh
nehme man wieder, wie zuvor, in der Ebene aller
Kräfte irgend einen willkürlichen Punct O an. Es
$OA = a$, $OA' = a'$, $OA'' = a''$.. die senkrechten Linien,
man von diesem Puncte O auf die Richtungen der K
AP, A′P′, A″P″.. gezogen hat, und ebenso sey $OC = r$
Loth von O auf die Richtung CR der mittleren oder
renden Kraft R. Dieses vorausgesetzt hat man für das
gewicht aller dieser Kräfte

$$Rr = Pa + P'a' + P''a'' - P'''a''' - P^{(v)}a^{(v)}.$$

Sind schon die Kräfte P, P′, P″.. ohne die Kraft R
ter sich im Gleichgewichte, so ist ihre mittlere Kraft R =
und man hat

$$0 = Pa + P'a' + P''a'' - P'''a''' - P^{(v)}a^{(v)} - ..,$$

vor, so dafs also, im Falle des Gleichgewichts, die
e der Momente der sämmtlichen Kräfte in Beziehung auf
Punct O gleich Null seyn mufs. Dieser Ausdruck ent-
ugleich das bekannte *Princip der virtuellen Geschwin-
ten.*

as Vorhergehende wird zugleich als ein Zusatz dessen
, was oben[1] über die Theorie des Hebels gesagt wor-
t.

). Das statische Moment hat in der Mechanik noch eine
eiter gehende Anwendung und zwar vorzüglich auf die
mung der *drehenden Bewegung* eines Körpers. Wenn
immtlichen, auf einen Körper oder auf ein System von
n wirkenden Kräfte P, P′, P″... sich auf drei unter
er senkrechte Kräfte X, Y, Z bringen lassen, so ist
h klar, dafs das System in Ruhe oder im Gleichge-
bleiben mufs, wenn jede dieser drei Kräfte für sich
oben wird oder gleich Null ist. Die Bedingungen des
gewichts sind daher, wie bekannt,

$$X=0,\ Y=0,\ Z=0.$$

ieses gilt offenbar nur von der *fortschreitenden Bewe-*
les Systems im Raume. Allein wenn ein solches Sy-
nter die Wirkung jener Kräfte gestellt, auch keine sol-
tschreitende Bewegung haben kann, so wird es sich doch
ielleicht um irgend einen innern oder äufsern Punct
können. Zum vollkommenen Gleichgewichte des Systems
so erfordert werden, dafs nicht nur die progressive, son-
ch die rotirende Bewegung des Systems gänzlich aufgeho-
rde. Die Bedingungen für den letzten Fall sind daher noch
ben. Wir wollen dieses auf eine ebenso einfache als all-
e Art zu leisten suchen.

erst ist auch hier, wie bei der progressiven Bewegung,
h klar, dafs die rotirende Bewegung eines Systems ganz
oben seyn wird, wenn sie nur für drei unter einander
hte Axen aufgehoben ist. Wir wollen dafür die drei
natenaxen der x, y, z nehmen.

chen wir demnach die Bedingung, die statt haben mufs,
das System in Beziehung auf drehende Bewegung um
ieser Axen, z. B. um die Axe der z, im Gleichge-
seyn soll.

[1] S. Art. *Hebel.* Bd. V. S. 105.

Fig. 825. Seyen CX, CY, CZ die drei senkrechten Coordinat-axen der x, y, z. Man nehme zwischen diesen drei Ax irgendwo im Raume den Punct A, welcher den Angriffsp irgend einer Kraft P bezeichnen soll, deren Richtung mit Axen der x, y, z die Winkel α, β, γ bildet. Fällt von diesem Puncte A ein Loth auf die Ebene der xy, so dasselbe diese Ebene in A′ trifft, und zieht man dann von Puncte A′ in der Ebene der xy ein Loth auf die Axe der wo dieses Loth die Axe der x in dem Puncte D trifft, sind $CD = x$, $DA' = y$ und $A'A = z$ die drei Coordin des Angriffspuncts A der Kraft P.

Läfst man dann die gerade Linie $A\mu$, welche die Gr und Richtung dieser Kraft P vorstellt, mit sich selbst par herab, bis ihr Angriffspunct A in der Ebene der xy in Punct A′ fällt, so soll dann A′M die so herabgelassene P in ihrer Gröfse und Richtung vorstellen.

Man zerlege diese Kraft $A'M = P$ in ihre drei senk ten Seitenkräfte $A'B = X$, $A'E = Y$ und $A'F = M'M = Z$, dem man das rechtwinklige Parallelepipedum zeichnet, de Diagonale A′M ist und dessen Seiten mit der Axe der x, parallel sind. In demselben ist der Winkel $MA'B = MA'E = \beta$ und $MA'F = \gamma$, also auch $X = P\ \mathrm{Cos.}\ \alpha$, $Y = P\ \mathrm{Co}$ und $Z = P\ \mathrm{Cos.}\ \gamma$.

Von diesen drei Seitenkräften X, Y, Z fällt aber wo man blofs die Rotation um die Axe der Z betrachtet, letzte Kraft Z ganz weg, weil diese Kraft der Axe der rallel ist und daher offenbar auf die Drehung des Syste diese Axe keinen Einfluſs haben kann. Wir haben dem hier blofs die Wirkungen der beiden Kräfte $A'B = X$ $A'E = Y$ zu untersuchen.

Denkt man sich den Punct A′ auf irgend eine Art d feste Linien oder Stangen A′D und DC mit dem Punc verbunden, so wird die Kraft $A'E = \gamma$, da sie in der R tung von A nach E wirkt und den Punct A′ um den Pun oder um die Axe CZ vorwärts oder von A′ nach CY drehn sucht, und zwar desto stärker, je gröfser erstens di tensität Y dieser Kraft und je gröfser zweitens die Ent nung des Punctes A′ von dem Puncte C oder von der der y ist. Diese Entfernung des Puncts A′ von der Axe y ist aber die auf der Richtung EA′D dieser Kraft Y s

ie Gerade, d. h. die Gerade $CD = x$, so dafs daher diese
Y den Punct A' mit der Gewalt Yx um die Axe CZ
vorwärts drehn wird.

Ebenso wird aber auch die Kraft $X = A'B$ den Punct A'
lie Axe der z und zwar rückwärts oder von A' gegen CX
rehn, und gleichfalls desto stärker, je gröfser die Intensi-
dieser Kraft und je gröfser ihre Entfernung von der Axe
ist. Diese Entfernung ist aber $A'D = y$, also wird
diese Kraft X den Punct A' mit der Gewalt Xy um die
der z rückwärts drehn.

Betrachtet man daher beide Drehungen zusammen, so hat
da sie nach entgegengesetzten Richtungen statt haben,
ie ganze Drehung des Systems, die aus der Wirkung
raft P um die Axe der z entsteht, den Ausdruck

$$Yx - Xy$$

was dasselbe ist,

$$P(x \operatorname{Cos.} \beta - y \operatorname{Cos.} \alpha).$$

hnliche Weise wird die aus der Kraft P' entstehende
ng des Systems um dieselbe Axe der z seyn

$$P'(x' \operatorname{Cos.} \beta' - y' \operatorname{Cos.} \alpha')$$

o fort für alle übrigen.

oll daher das System unter der Wirkung aller Kräfte
P''... keine drehende Bewegung um die Axe der z ha-
der soll dasselbe, in Beziehung auf die Rotation um die
er z, im Gleichgewichte seyn, so wird man die Bedin-
gleichung haben

$$\operatorname{Cos.} \beta - y \operatorname{Cos.} \alpha) + P'(x' \operatorname{Cos.} \beta' - y' \operatorname{Cos.} \alpha') + \ldots = 0$$

wie man der Kürze wegen zu schreiben pflegt,

$$\Sigma . P(x \operatorname{Cos.} \beta - y \operatorname{Cos.} \alpha) = 0.$$

ähnliche Ausdrücke wird man in Beziehung auf die
andern Drehungen, um die Axe der y und der x, ha-
Verwandelt man nämlich die vorhergehenden Gröfsen

$$x\,y\,z \text{ und } \alpha\,\beta\,\gamma$$

selben Ordnung in $z\,x\,y$ und $\gamma\,\alpha\,\beta$

$$y\,z\,x \text{ und } \beta\,\gamma\,\alpha,$$

ält man die drei Gleichungen, welche das Gleichge-
der drehenden Bewegung eines Körpers oder eines Sy-
von Körpern bestimmen[1]:

[1] Vergl. Art. *Bewegung*. Bd. I. S. 944.

Digitized by Google

$$\left.\begin{array}{l}\Sigma.P(x\,\mathrm{Cos}.\beta - y\,\mathrm{Cos}.\alpha)=0\\ \Sigma.P(z\,\mathrm{Cos}.\alpha - x\,\mathrm{Cos}.\gamma)=0\\ \Sigma.P(y\,\mathrm{Cos}.\gamma - z\,\mathrm{Cos}.\beta)=0\end{array}\right\} \quad \ldots \text{(I)}$$

E. Sey nun $\zeta = CQ'$ die kürzeste Distanz der Richtung d Kraft P von der Axe der z. Man erhält diese Distanz, w man die Diagonale M' A' des Parallelogramms A' B E M' verl gert und auf diese Verlängerung die senkrechte Gerade C zieht. Man verlängere ebenso die Seite E A' des Parall gramms A' E F, bis sie die Axe der x in D schneidet, und z D Q mit A' Q' parallel. Ist dann der Winkel B A' M' = A' H D= so hat man in den so entstehenden zwei rechtwinkligen sp rischen Dreiecken sofort die zwei Gleichungen

$$\mathrm{Cos}.\alpha = \mathrm{Cos}.\varphi\ \mathrm{Sin}.\gamma \text{ und } \mathrm{Cos}.\beta = \mathrm{Sin}.\varphi\ \mathrm{Sin}.\gamma.$$

Es ist aber $CQ = CD\ \mathrm{Sin}.\varphi = x\ \mathrm{Sin}.\varphi$ und $QQ' = HDS$ also auch beider Differenz

$$CQ' = (x - HD)\ \mathrm{Sin}.\varphi.$$

Allein $HD = A'D\ \mathrm{Cotg}.\varphi = y\ \mathrm{Cotg}.\varphi$ und daher CQ'

$$\zeta = x\ \mathrm{Sin}.\varphi - y.\mathrm{Cos}.\varphi.$$

Substituirt man in diesem Ausdrucke von z die Werth Sin. φ und Cos. φ aus den beiden ersten Gleichungen, s man

$$x\,\mathrm{Cos}.\beta - y\ \mathrm{Cos}.\alpha = \zeta\ \mathrm{Sin}.\gamma.$$

Die erste der Gleichungen (I) läfst sich daher auch kür ausdrücken

$$\Sigma.P\zeta\,\mathrm{Sin}.\gamma = 0.$$

Nennt man ebenso v und ξ die kürzesten Distanzen der R tung der Kraft P von der Axe der y und der x, so hat ebenso $z\,\mathrm{Cos}.\alpha - x\,\mathrm{Cos}.\gamma = v\,\mathrm{Sin}.\beta$ und $y\,\mathrm{Cos}.\gamma - z\,\mathrm{Cos}.\beta = \xi$ so dafs man also auch für das Gleichgewicht der dreh Bewegung hat

$$\left.\begin{array}{l}\Sigma.P\xi\ \mathrm{Sin}.\alpha = 0\\ \Sigma.Pv\ \mathrm{Sin}.\beta = 0\\ \Sigma.P\zeta\ \mathrm{Sin}.\gamma = 0\end{array}\right\} \quad \ldots \text{(II)}$$

Da man nun, nach dem Vorhergehenden, das Mom ner Kraft, in Beziehung auf eine gegebene Axe, das P dieser nach einer auf jene Axe senkrechten Ebene zu Kraft multiplicirt in das Loth, welches von jener Axe in selben Ebene auf die Richtung dieser Kraft gefällt wird, so mufs nach den Gleichungen (II) für das Gleichgewich drehenden Bewegung die Summe der Momente aller a

n wirkenden Kräfte in Beziehung auf drei unter einan-
nkrechte Axen gleich Null seyn. Dasselbe folgt auch
n Gleichungen (I), da z. B. $x.P\cos.\beta - y.P\cos.\alpha$
$Y - yX$ nichts anderes ist, als die Differenz der Mo-
der Kraft P in Beziehung auf die Axe der z.

Weiter ausgeführt und auf Körper von gegebener Gestalt
endet findet man diese Betrachtungen im Artikel *Me-*

as *Moment der Trägheit* eines körperlichen Punctes in
ung auf einen Punct oder auf eine gerade Linie nennt
is Product der Masse dieses körperlichen Punctes in das
t seiner Entfernung von dem gegebenen Puncte oder
r gegebenen geraden Linie.

Sey Omm′ ein Hebel, an welchem die Massen m und Fig.
ler Entfernung $Om = a$ und $Om' = a'$ von dem Dre- 326.
uncte O angebracht sind. Wie müssen diese Massen be-
n seyn, damit jede den Hebel in derselben Zeit durch
en Winkel mOA oder m′OA′ drehe?

enkt man sich in dem Puncte m das Gewicht oder die
nde Kraft P und in dem Puncte m′ die bewegende
′, so wird man für das Gleichgewicht dieser beiden
am Hebel, nach dem, was oben bei Gelegenheit des
en Moments gesagt worden ist, die Gleichung haben

$$Pa = P'a' \text{ oder } \frac{P}{P'} = \frac{a'}{a}.$$

inem bekannten Princip der Mechanik nennt man aber
chleunigende Kraft p das Verhältnifs des Differentials
schwindigkeit zu dem Differential der Zeit oder es ist
$\frac{v}{t}$ und die bewegende Kraft eines Körpers ist gleich
isse m dieses Körpers, multiplicirt in die beschleuni-
Kraft, also gleich mp, oder es ist

$$P = \frac{m\,dv}{dt} \text{ und } P' = \frac{m'\,dv'}{dt}.$$

ind aber die Geschwindigkeiten dv und dv′ oder die
ich kleinen Wege, welche die Körper während des er-
ugenblicks durchlaufen, gleich den Kreisbogen mA und
und diese Kreisbogen verhalten sich, da sie gleichen

Digitized by Google

Winkeln zugehören, wie ihre Halbmesser α und a′, so daſs
daher hat:

$$\frac{P}{P'} = \frac{m\,d\nu}{m'd\nu'} = \frac{m\,a}{m'a'}.$$

Setzt man diese beiden Ausdrücke von $\frac{P}{P'}$ einander gleich
erhält man

$$\frac{m}{m'} = \frac{a'^2}{a^2},$$

oder wenn die Massen m und m′, jede an ihrem Orte,
Hebel in derselben Zeit um denselben Winkel drehen
so müssen sich diese Massen, wie verkehrt die Quadrate
Entfernungen von dem Drehungspuncte verhalten oder
Momente der Trägheit dieser beiden Massen, d. h. die
ſsen $m.a^2$ und $m'.a'^2$ müssen einander gleich seyn.

B. Denkt man sich an dieser Hebelstange mehrere
lich kleine körperliche Massen, die wir d m, d m′, d m″
nen wollen, in den Entfernungen a, a′, a″... von dem
puncte O angebracht, so wird die Summe der Träghe
mente dieser Massen seyn

$$a^2 d\,m + a'^2 d\,m' + a''^2 d\,m' + \ldots$$

Substituirt man statt dieser körperlichen Massen die Ma
elemente der Hebelstange selbst, denkt man sich also
Stange, deren Länge a und deren ganze Masse m seyn
als eine gerade Linie von durchaus gleicher und sehr
Dicke, so wird ein Element X dieser Stange, dessen
nung von O gleich $OX = x$ ist, die Masse $\frac{m\,dx}{a}$ haben
so wird auch das Trägheitsmoment dieses Elements
$x^2.\frac{m\,dx}{a}$ seyn und nach dem Geiste der Integralrechnung
das Trägheitsmoment der ganzen Stange seyn

$$\int \frac{m x^2 dx}{a} = \frac{m x^3}{3a} = \frac{m a^2}{3}.$$

C. Auf ähnliche, nur mehr zusammengesetzte Weise
man auch das Trägheitsmoment eines jeden andern Körpers
gegebener Gestalt finden. Nennt man nämlich d m die
eines Elements irgend eines Körpers und sind x, y,
rechtwinkligen Coordinaten dieses Elements, so wird,
mit dem Vorhergehenden,

$\int z^2 dm$, $\int y^2 dm$ und $\int x^2 dm$

igheitsmoment des ganzen Körpers in Beziehung auf
ie der xy, der xz und der yz seyn, und ebenso wer-
h die Gröfsen

$^2+z^2)dm$, $B=\int(x^2+z^2)dm$ und $C=\int(x^2+y^2)dm$

gheitsmomente des ganzen Körpers in Beziehung auf
dinatenaxe der x, der y und der z seyn, weil in der
B. für das erste Moment die Gröfse $\sqrt{y^2+z^2}$ gleich
inz des Elements von der Axe der x ist. Man sieht
, wie man die Trägheitsmomente der Körper in Be-
auf eine Ebene durch die Momente in Beziehung auf
ie finden kann, indem die vorhergehenden Gleichun-
n

$$\int x^2 dm = \tfrac{1}{2}(B+C-A),$$
$$\int y^2 dm = \tfrac{1}{2}(C+A-B),$$
$$\int z^2 dm = \tfrac{1}{2}(A+B-C).$$

in die statischen Momente für die Theorie der Rota-
n sehr wichtig sind, so sind die Momente der Träg-
ieser Lehre von noch gröfserer Bedeutung. Ueber-
man in der Mechanik drei Gattungen von begrenz-
rallen (*intégrales définies*), auf welche die gesammte
der Bewegung der Körper von gegebener Gestalt
gebaut ist. Die ersten sind

$$\int x\,dm,\quad \int y\,dm,\quad \int z\,dm,$$

bestimmen den Ort des *Schwerpuncts* des Körpers,
rtikel „*Mechanik*“ gezeigt wird. Nennt man näm-
, ζ die drei Coordinaten des Schwerpuncts und m die
s ganzen Körpers, so hat man

$$\xi=\frac{1}{m}\int x\,dm,\quad \upsilon=\frac{1}{m}\int y\,dm \text{ und } \zeta=\frac{1}{m}\int z\,dm.$$

ten der oben erwähnten Integrale sind

$$\int y\,dm=0,\quad \int xz\,dm=0 \text{ und } \int yz\,dm=0.$$

zeigt in der Mechanik, dafs man in jedem Körper,
r man auch den Anfangspunct der Coordinaten x, y, z
will, die drei Axen dieser rechtwinkligen Coordi-
h stets so legen kann, dafs die drei vorhergehenden
en statt haben und dafs dann diese drei Coordinaten-
den drei sogenannten *Hauptaxen* (die man auch
n nennt) des Körpers zusammenfallen. Wenn näm-

Digitized by Google

lich auch keine äufseren Kräfte auf einen in drehender Bewegung befindlichen Körper wirken, so wird doch schon durch die Schwungkraft, die bei jeder Drehung statt hat, im Allgemeinen ein Druck auf die Rotationsaxe entstehn. Doch giebt es, wie man beweisen kann, in jedem Körper wenigstens drei unter sich senkrechte gerade Linien, die von der Rotationsaxe des Körpers, wenn sie um eine von diesen drei Axen statt findet, keinen Druck leiden und daher freie Axen oder Hauptaxen genannt werden. Die Lage dieser drei Hauptaxen wird durch eben durch die drei letzten Gleichungen bestimmt.

Die dritte Gattung von Integralen endlich ist

$$\int x^2 dm, \quad \int y^2 dm \text{ und } \int z^2 dm,$$

und diese bezeichnen, wie gesagt, die *Trägheitsmomente* des Körpers in Beziehung auf die coordinirten Ebenen der yz, xz und xy.

Wenn man bei der Bestimmung der Bewegung eines Körpers, der fortschreitenden sowohl als auch der rotirenden, den Schwerpunct und auf die drei Hauptaxen desselben gehörig Rücksicht nimmt, so werden die hier zu behandelnden Gleichungen viel einfacher, eben weil dann die zwei ersten der angeführten Integrale verschwinden.

D. Hier wird es angemessen seyn, einige der vorzüglichsten Eigenschaften der Trägheitsmomente eines Körpers hier zusammenzustellen. Wir beschränken uns nur auf die Momente in Beziehung auf die drei Axen der x, y, z, die wir oben durch A, B, C bezeichnet haben, indem sich alle andere, wie man sehn wird, auf diese zurückführen lassen.

Wenn man das Trägheitsmoment μ eines Körpers in Beziehung auf eine durch den Schwerpunct desselben gehende gerade Linie oder Axe kennt, so findet man daraus leicht auch das Trägheitsmoment μ' dieses Körpers in Beziehung auf eine andere Axe, die mit jener Axe parallel ist. Denn ist nämlich die erste Axe die coordinirte Axe der z, die durch den Schwerpunct des Körpers gehn soll, in welchem wir nämlich den Anfang der drei Coordinaten annehmen, und ist a der senkrechte Abstand der neuen Axe von der alten und endlich m die Masse des ganzen Körpers, so hat man

$$\mu' = \mu + ma^2,$$

so dafs man also nur die Masse des Körpers multiplicirt in

Digitized by Google

lrat des Abstandes beider Axen zu dem Momente der heit in Beziehung auf die erste, durch den Schwerpunct nde Axe addiren darf, um das Moment der Trägheit in hung auf die neue Axe zu erhalten. In jedem Körper ugleich, wie die vorhergehende Gleichung zeigt, das heitsmoment in Beziehung auf eine durch den Schwer- t gehende Axe immer kleiner, als das Moment in Bezie- auf jede andere, mit jener parallelen Axe, da ma^2 im- eine positive Gröfse ist. Auch werden die Momente al- ixen, die gleich weit von der des Schwerpuncts entfernt mit ihr parallel sind, gleich grofs seyn. Diese gleichen ente werden sich auf diejenigen Axen beziehn, die einen ider bilden, dessen Axe die durch den Schwerpunct ge- e ist und dessen Basis ein Kreis ist.

E. Aber nicht blofs mit der Entfernung der neuen Axe dem Schwerpuncte des Körpers ändert sich das Moment Trägheit, sondern auch mit dem Winkel, welchen die Axe mit der durch den Schwerpunct gehenden macht. ziehe durch den Anfangspunct O die neue Axe ON mit Fig. d einer willkürlichen Lage, so dafs sie mit den drei 327. dinatenaxen der x, y, z die Winkel α, β, γ bilde. Sey r Ort eines Elements dm des Körpers und $MN = p$ das von diesem Elemente auf die neue Axe. Die Entfer- des Elements vom Anfangspuncte sey $OM = r$ und end- der Winkel, welchen diese Entfernung mit der neuen bildet, oder $MON = \omega$. Dieses vorausgesetzt hat man, da , z die Coordinaten des Elements dm sind, für die Co- der Winkel, welche die Entfernung r dieses Elements den Axen der x, y, z macht, die Ausdrücke

$$\frac{x}{r}, \frac{y}{r} \text{ und } \frac{z}{r},$$

hat man auch nach einem bekannten Satze der analyti- n Geometrie

$$\text{Cos.}\,\omega = \frac{x}{r}\,\text{Cos.}\,\alpha + \frac{y}{r}\,\text{Cos.}\,\beta + \frac{z}{r}\,\text{Cos.}\,\gamma.$$

ter ist in dem Dreiecke OMN

$$p = r\,\text{Sin.}\,\omega \text{ oder}$$
$$p^2 = r^2 - (r\,\text{Cos.}\,\omega)^2$$

daher, da $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$ ist, wenn man den vorher- nden Werth von Cos. ω substituirt,

Digitized by Google

$$p^2 = x^2 \operatorname{Sin.}^2\alpha + y^2 \operatorname{Sin.}^2\beta + z^2 \operatorname{Sin.}^2\gamma$$
$$- 2xy \operatorname{Cos.}\alpha \operatorname{Cos.}\beta - 2xz \operatorname{Cos.}\alpha \operatorname{Cos.}\gamma - 2yz \operatorname{Cos.}\beta \operatorname{Cos.}$$

so dafs man daher für das Moment der Trägheit in Beziehung auf die neue Axe ON haben wird

$$\int p^2 dm = \operatorname{Sin.}^2\alpha . \int x^2 dm + \operatorname{Sin.}^2\beta . \int y^2 dm + \operatorname{Sin.}^2\gamma . \int z^2 dm.$$
$$- 2 \operatorname{Cos.}\alpha \operatorname{Cos.}\beta . \int xy dm - 2 \operatorname{Cos.}\alpha \operatorname{Cos.}\gamma . \int xz dm$$
$$- 2 \operatorname{Cos.}\beta \operatorname{Cos.}\gamma . \int yz dm.$$

Durch diese Gleichung wird man daher das Trägheitsmom $\int p^2 dm$ des Körpers in Beziehung auf irgend eine Axe, durch den Anfangspunct der Coordinaten geht und mit x, y die Winkel α, β, γ macht, bestimmen können, wenn nur die sechs Integrale der letzten Formel kennt, die sich die ganze Masse des Körpers erstrecken und die sich auf gewählten drei Coordinatenaxen der x, y, z beziehn. man aber diese drei Axen so gewählt, dafs sie zugleich Hauptaxen des Körpers sind, so verschwinden nach dem hergehenden die drei letzten Integrale und die vorherge Gleichung wird in die folgende einfachere übergehn

$$\int p^2 dm = \operatorname{Sin.}^2\alpha . \int x^2 dm + \operatorname{Sin.}^2\beta . \int y^2 dm + \operatorname{Sin.}^2\gamma . \int z^2 dm$$

Da man aber allgemein hat $\operatorname{Cos.}^2\alpha + \operatorname{Cos.}^2\beta + \operatorname{Cos.}^2\gamma = 1$, wird der letzte Ausdruck sich in den folgenden verwandeln

$$\int p^2 dm = (\int y^2 dm + \int z^2 dm) \operatorname{Cos.}^2\alpha$$
$$+ (\int z^2 dm + \int x^2 dm) \operatorname{Cos.}^2\beta$$
$$+ (\int x^2 dm + \int y^2 dm) \operatorname{Cos.}^2\gamma,$$

oder endlich, wenn man die vorigen Bedeutungen der Gr A, B, C beibehält,

$$\int p^2 dm = A \operatorname{Cos}^2\alpha + B \operatorname{Cos.}^2\beta + C \operatorname{Cos.}^2\gamma.$$

Man braucht also nur die drei Trägheitsmomente A, B, C nes Körpers in Beziehung auf seine drei Hauptaxen zu k nen, die sich in irgend einem Puncte des Körpers schneid um daraus sofort auch das Moment des Körpers in Beziehu auf jede andere, durch denselben Punct gehende Axe abl leiten. Verbindet man die letzte Gleichung mit der oben haltenen

$$\mu' = \mu + ma^2,$$

so sieht man, dafs die Bestimmung aller Trägheitsmom eines Körpers sich auf die Berechnung der drei Hauptm mente, die dem Schwerpuncte des Körpers entsprechen, zurü führen läfst.

Digitized by Google

us dem Vorhergehenden lassen sich noch mehrere wich-
igenschaften der Trägheitsmomente eines Körpers ablei-
Sind z. B. wieder A, B, C die Momente für die drei
axen und ist eines von ihnen, z. B. das Moment A, das
und B das kleinste von diesen drei Hauptmomenten,
auch A das gröfste und B das kleinste von allen mög-
Momenten in Beziehung auf alle Axen, die durch den
; der Coordinaten gehn.

ind alle drei Hauptmomente $A=B=C$ unter sich gleich,
l alle übrige Momente des Körpers ebenso grofs, die
uf Axen beziehn, welche ebenfalls durch den Anfang
ordinaten gehn, wie dieses z. B. an der Kugel, im
l, im regelmäfsigen Oktaëder u. s. w. der Fall ist, wenn
fang der Coordinaten in dem Mittelpuncte des Körpers
men wird.

ind aber nur zwei Hauptmomente gleich und ist z. B.
, so sind auch alle diejenigen Momente unter sich gleich,
ch auf Axen beziehn, welche durch den Anfang der
naten gehn und gegen die Axe der z um denselben
l geneigt sind. Dieses ist der Fall bei allen Körpern,
urch Rotation einer ebenen Figur um eine geradlinige
ntstanden sind.

. Beschliefsen wir diesen Gegenstand mit der Angabe
rägheitsmomente der Hauptaxen für diejenigen Körper,
i wissenschaftlichen und artistischen Untersuchungen am
n vorkommen.

. Für ein rechtwinkliges und in seiner Masse durchaus
genes Parallelepipedum. Sind die drei Seiten desselben
ch die Axen der x, y, z und nennt man a, b, c die Längen
Seiten, so hat man, wenn ϱ die Dichtigkeit der Masse,
elcher der Körper besteht, bezeichnet, $dm=\varrho dx dy dz$,
uch, wenn C das sich auf die Axe der z beziehende
nt bedeutet,

$$C=\varrho\iiint(x^2+y^2)\,dx\,dy\,dz,$$

sgesetzt dafs die Masse des Körpers in allen ihren Thei-
omogen ist. Im entgegengesetzten Falle wird ϱ irgend
Function von x, y und z seyn und man wird haben

$$C=\iiint(x^2+y^2).\varrho.dx dy dz.$$

irt man diesen Ausdruck dreimal von x, y, z gleich Null

Digitized by Google

bis $x=a$, $y=b$ und $z=c$, so erhält man, wenn man der Kürze wegen $m=\varrho abc$ setzt,

$$C=\tfrac{1}{3}m(a^2+b^2)$$

und ebenso $B=\frac{1}{3}m(a^2+c^2)$ und $A=\frac{1}{3}m(b^2+c^2)$. Hier gehn also die Axen der x, y, z durch den Scheitel eines der acht Winkel des Parallelepipedums. Sollen sie durch den Schwerpunct desselben, der zugleich sein Mittelpunct ist, gehn und wie zuvor den drei Seiten des Körpers parallel seyn, so findet man folgende Trägheitsmomente:

$$C=\frac{m}{12}(a^2+b^2),$$

$$B=\frac{m}{12}(a^2+c^2),$$

$$A=\frac{m}{12}(b^2+c^2).$$

II. Für einen senkrechten Cylinder mit kreisförmiger Basis sey $2a$ die Höhe und r der Halbmesser der Basis, $m=2\pi ar^2$ die Masse oder das Volumen desselben. Der Anfang der Coordinaten sey der Mittelpunct der Axe des Cylinders und diese Axe sey zugleich die coordinirte Axe der x, während die Ebene yz mit der Basis parallel seyn soll. Dieses vorausgesetzt hat man für das Trägheitsmoment des Cylinders in Beziehung auf diejenige Axe, welche durch den Mittelpunct der Basis geht und auf derselben senkrecht steht, oder in Beziehung auf die Axe der x

$$A=\int(y^2+z^2)\,dm=\tfrac{1}{2}mr^2$$

und ebenso erhält man das Trägheitsmoment für die Axe der y

$$B=\int(x^2+z^2)\,dm=m\left(\frac{a^2}{3}+\frac{r^2}{4}\right)$$

und endlich für die Axe der z

$$C=\int(x^2+y^2)\,dm=m\left(\frac{a^2}{3}+\frac{r^2}{4}\right),$$

so dafs daher $B=C$ ist.

III. Für eine Kugel, deren Halbmesser r ist. Sucht man das Moment der Kugel in Beziehung auf einen ihrer Durchmesser, so findet man $A=B=C$ und jedes dieser Momente gleich

$\frac{8}{15} r^2 \pi$ oder gleich $\frac{2}{5} r^2 m$,

$m = \frac{4 \pi r^3}{3}$ die Masse der ganzen Kugel bezeichnet.

'. Für eine Kugelschale von gegebener Dicke. Sucht
ır Trägheitsmoment in Beziehung auf eine durch den
unct der Schale gehende Axe und ist a der Halbmes-
äufseren und b der innern Grenze der Schale, also
ıre Masse

$$m = \frac{4\pi}{3} (a^3 - b^3),$$

man für das gesuchte Moment

$$\mu = \frac{2m}{5} \cdot \frac{a^5 - b^5}{a^3 - b^3}.$$

$= 0$, das heifst, für eine ganze Kugel hat man
$\frac{m a^2}{5}$, wie zuvor.

t die Dicke der Schale unendlich klein, also $a = b$, so
ın für das Moment der blofsen Oberfläche einer Kugel

$$\mu = \tfrac{2}{3} a^2 m.$$

t aber diese Dicke nur überhaupt sehr gering und
$-da$, so findet man für das Moment der Kugelschale

$$\mu = \tfrac{8}{3} a^4 \pi . da.$$

'. Für Körper, welche durch Rotation einer krummen
ım eine gerade Linie entstehn. Sucht man das Moment
Körper in Beziehung auf diese gerade Linie, die zu-
die Axe der x seyn soll, und ist die Gleichung der
durch die beiden Coordinaten x und y gegeben, so hat
ür das gesuchte Moment

$$\mu = \frac{\pi}{2} \int y^4 dx.$$

en Kreis z. B. ist $y^2 = 2ax - x^2$, wenn a den Halb-
: desselben bezeichnet, also hat man auch für das Mo-
eines Kugelstücks, zu welchem die Abscisse x gehört,

$$\mu = \frac{\pi}{2} (\tfrac{4}{3} a^2 x^3 - a x^4 + \tfrac{1}{5} x^5).$$

ie ganze Kugel ist $x = 2a$, also auch $\mu = \frac{8 \pi a^5}{15}$, wie

Ebenso hat man für den Kegel, der durch die Rotati der geraden Linie $y = ax + b$ entsteht,

$$\mu = \frac{\pi}{10a} (ah + b)^5,$$

wo $\frac{h}{b}$ die Höhe des Kegels bezeichnet.

Für das Moment des abgestumpften Kegels, dessen H h ist, hat man

$$\mu = \frac{\pi}{10a} [(ah + b)^5 - b^5].$$

VI. Für ein Ellipsoid mit drei Axen endlich hat man bekannte Gleichung

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

und daraus findet man die drei Trägheitsmomente des Ellip für die Axe der x... $A = \frac{m}{5} (b^2 + c^2)$,

y... $B = \frac{m}{5} (a^2 + c^2)$,

z... $C = \frac{m}{5} (a^2 + b^2)$,

wo $m = \frac{4\pi}{3} . abc$ das Volumen oder die Masse des K bezeichnet. Setzt man in diesen Ausdrücken $a = b$, so e man für das Sphäroid, welches durch die Umdrehung e Ellipse um ihre kleine Axe c entstanden ist,

$$A = B = \frac{m}{5} (a^2 + c^2) \text{ und } C = \frac{2}{5} a^2 m,$$

wo $m = \frac{4}{3} a^2 c \pi$ ist.

Ist endlich $a = b = c$, so erhält man für die Kugel, ren Halbmesser gleich a ist, das Moment der Trägheit selben

$$\mu = \frac{8\pi}{15} a^5, \text{ wie zuvor.}$$

L.

Monat.

Mensis; Mois; *Month.*

Die Zeit, während welcher der Mond einen Umlauf um Himmel oder um die Erde zu vollenden scheint. Da er in derselben Zeit auch den periodischen Wechsel seiner terscheinungen (seines Ab- und Zunehmens) vollendet, so er Monat ohne Zweifel schon in den frühesten Jahrhun- n als ein Zeitmafs gebraucht worden. In der That, so hieden und selbst sonderbar bei manchen Völkern der al- ind neuen Zeiten die Eintheilungen ihrer Tage ausgefal- ind, so findet man doch zwei derselben beinahe überall er, die *Woche* von sieben und den *Monat* von nahe ig Tagen, besonders aber die Woche, die sich, seit dem sten Alterthume, durch alle Zeiten und Völker und alle Verwirrungen unserer Chronologie unverrückt und stört durchschlingt. Nur einmal in unsern Tagen wurde Versuch gemacht, dieses alte Monument durch ein mo- s, die *Décade* von zehn Tagen, zu ersetzen, aber der ach mifslang, gleich so vielen andern, die aus derse- oft sehr unreinen Quelle hervorgegangen sind.

Wenn man aber den Umlauf des Monds, also den ei- chen Begriff des Worts „*Monat*" genauer betrachtet, so t man bald mehrere verschiedene Arten dieses Umlaufs, auch mehrere Gattungen von Monaten.

Der *wahre* Umlauf des Monds um die Erde ist die Zeit, elcher er wieder zu demselben Fixsterne oder vielmehr in her er wieder zu demselben Puncte des Himmels zurück- . In dieser Zeit hat nämlich der Mond in der That 360 Grade oder einen ganzen Kreis am Himmel zu- gelegt und man nennt diese Zeit den *siderischen Monat.* eträgt nach den neuesten Bestimmungen 27,321661 Tage $27^T\,7^h\,43'\,11'',5104$, wo die hier und in der Folge ge- ten Tage immer die sogenannten mittleren Sonnentage[1]

---

[1] S. Art. *Sonnenzeit.* Bd. VIII. S. 902. u. *Sonnenjahr.* Ebend. 9.

Digitized by Google

bedeuten, deren 365,242255 auf ein tropisches *Sonnenj*
gehn.

Während dieser Zeit eines völligen Umlaufs des M
der von West gen Ost statt hat, bewegen sich aber die K
gleichenpuncte etwas gen West und kommen sonach g
sam dem Monde entgegen. Aus diesem Grunde ist die
laufszeit des Monds in Beziehung auf die Nachtgleichen
der *tropische Monat* etwas kleiner, als der siderische, n
lich gleich 27,321582 Tagen oder gleich 27T 7h 43′ 4″,68
dieses ist also die Zeit, in welcher der Mond wieder di
Länge in der Ekliptik erhält.

Im gemeinen Leben betrachtet man den Mond gew
lich nur in Beziehung auf seine Lichtgestalten[1], die von
Stellung des Monds gegen die Sonne abhängen. So tritt
mer der *Neumond* ein, wenn Sonne und Mond dieselbe L
ge haben oder wenn sie beide in derselben Himmelsg
stehn, der *Vollmond* aber, wenn die Längen dieser b
Gestirne um 180 Grade verschieden sind oder wenn sie
Himmel einander gegenüber stehn. Da nun die Sonne s
eine eigene Bewegung hat, die, wie jene des Monds, v
West gegen Ost gerichtet ist und täglich im Mittel 0,9
Grade beträgt, so wird die Umlaufszeit des Monds in Be
hung auf die Sonne oder so wird der *synodische* Monat g
fser seyn, als der siderische. Nach den neuesten Bestim
gen beträgt der synodische Monat 29,530587 Tage oder
12h 44′ 2″,7168 und dieses ist die Zeit von einem Neum
zum andern oder auch von einem Vollmond zum andern.

Die *Knoten* der Mondbahn nennt man die zwei P
in welchen die Bahn des Monds die Ebene der Ekliptik sch
det oder in welchen der Mond durch die Ekliptik geht.
diese beiden Puncte für die Theorie der Sonnen- und Mo
finsternisse sehr wichtig sind und da sich dieselben eben
am Himmel bewegen, so hat man auch die Umlaufszeit
Monds in Beziehung auf diese Knoten gesucht. Man n
diese Zeit den *Drachenmonat* und er beträgt 27,21214 T
oder 27T 5h 5′ 28″,90. Er ist, wie man sieht, kleiner
der siderische Monat, weil die Mondknoten rückwärts
gen West und sonach dem Monde gleichsam entgegeng

1 S. Art. *Phasen*. Bd. VII. S. 466.

ie Nachtgleichenpuncte, nur viel schneller, indem jene
em Jahre über 19° 20′, diese aber nur etwa 50″,2113
rücken. Die Benennung des Drachenmonats endlich
von der alten Sitte, den aufsteigenden *Knoten* der
ahn *Drachenkopf* und den absteigenden *Drachen-*
z zu nennen, was ohne Zweifel mit der Mythe zusam-
ngt, nach welcher bei Finsternissen, die sich immer
Nähe jener Knoten ereignen, der Mond mit einem gro-
rachen im Kampfe seyn sollte.

ch bedient man sich in der Astronomie des Umlaufs
nds in Beziehung auf seine *Syzygien*, welche Umlaufs-
r *anomalistische Monat* genannt wird. Er ist gleich
t, während welcher der Mond wieder zu seinem Pe-
oder auch zu seinem Apogeum[1] zurückkehrt. Diese
Puncte der Mondbahn bewegen sich nämlich eben-
Himmel, und zwar gen Ost, wie der Mond selbst,
er anomalistische Monat, so wie der synodische, grö-
n mufs, als der siderische. Der anomalistische Monat
27,5549 Tage oder $27^T\ 13^h\ 21'\ 3'',36$.

enn man einen dieser fünf Mondmonate kennt, so las-
h daraus die andern leicht durch Rechnung ableiten.
. a die bekannte Umlaufszeit des Monds oder irgend
ndern Gestirns in Beziehung auf einen gegebenen Punct
in Beziehung auf die Nachtgleichen, auf die Knoten,
Sonne u. s. w.) und ist m die tägliche Bewegung ei-
eiten Puncts in Beziehung auf jenen ersten, so hat man
gesuchte Umlaufszeit b des Gestirns in Beziehung auf
zweiten Punct

$$b = \frac{360\,a}{360 - a\,m},$$

ch, wenn b bekannt und a gesucht ist,

$$a = \frac{360\,b}{360 + b\,m},$$

negativ genommen wird, wenn der zweite Punct in
ng auf das Gestirn eine entgegengesetzte Richtung der
ng hat.

fser diesen fünf *Mondmonaten* hat man auch noch ei-
genannten *Sonnenmonat*, welcher letzte der zwölfte

---

[1] Art. *Erdferne*. Bd. III. S. 1141.
d.

Digitized by Google

Theil des tropischen Sonnenjahrs ist[1]. Das *tropische Sonnenjahr* beträgt 365,242255 Tage und daher der Sonnenmonat 30,436855 Tage oder $30^T\ 10^h\ 29'\ 4'',272$. Dieser Sonnenmonat ist eigentlich die Zeit, welche die Sonne in jedem der zwölf Zeichen des Thierkreises verweilt.

Bei allem Vorhergehenden mufs bemerkt werden, dafs der Mond, so wie auch die Sonne, eine ungleichförmige Bewegung habe oder dafs die Geschwindigkeit des Monds in verschiedenen Puncten seiner Bahn ebenfalls verschieden ist, zum Theil von der Ellipticität der Mondbahn und zum Theil von den Störungen[2] kommt, welche die Sonne auf die Bewegung des Monds ausübt. Aus dieser Ursache ist daher kein synodischer Monat dem andern und ebenso kein Drachenmonat u. s. w. dem andern gleich, wenn von dem Monde wie er uns am Himmel erscheint, die Rede ist. Allein in Vorhergehenden ist durchaus unter dem Worte „Mond" der sogenannte *mittlere Mond*[3] verstanden worden, und da dieser letzte eine *völlig gleichförmige* Bewegung hat, so sind auch alle oben angeführten Monate immer von derselben Länge. Da die bisher genannten Monate kann man *astronomische* Monate nennen, da sie sich unmittelbar auf die Gestirne des Himmels beziehn. Man hat aber auch *bürgerliche* Monate, die sehr häufig willkürlich zur blofsen Unterabtheilung des Jahres erfunden hat und denen man daher eine gewisse Anzahl von vollen Tagen, meistens 30 oder 31 (ohne weitere Rücksicht auf Theile des Tags, wie Stunden, Minuten u. s. f.), gegeben hat. Diese bürgerlichen Monate haben die Kalender der verschiedenen Nationen oft sehr complicirt gemacht und in die ganze Chronologie viel Verwirrung gebracht.

Offenbar bieten sich zur Regulirung unserer Zeitrechnung unter allen Gestirnen vorzüglich die Sonne oder der Mond dar. Die Sonne giebt, durch ihren schiefen Lauf gegen den Equator, die *Jahreszeiten*, deren regelmäfsige Wiederkehr man schon sehr frühe zur Zeiteintheilung benutzt worden ist. Der Mond aber bietet sich, zu demselben Zwecke, durch seinen regelmäfsigen Lichtwechsel nicht minder gut dar. Es

---

1 S. Art. *Jahr*. Bd. V. S. 665.

2 Vergl. Art. *Perturbationen*. Bd. VII. S. 440.

3 S. Art. *Mittlerer Planet*.

darauf an, zwischen beiden Gestirnen das geeignetste
rählen, allein man glaubte unglücklicher Weise am be-
zu thun, wenn man beide zugleich als Regulatoren un-
Chronologie annähme, die Sonne wegen der Jahreszeiten,
darnach die Jahre abzuzählen, und den Mond wegen sei-
nicht minder auffallenden Lichtwechsel, durch welche man
ere und sonach bequemere Unterabtheilungen des Jahrs,
ich die Monate, erhielt. Die ersten rohen Beobachtungen
n die Länge des Jahrs zu 360 Tagen erkennen und dem
lischen Monate (welcher nach dem Vorhergehenden nahe
Tage hat) gab man in runder Zahl 30 volle Tage, so
man mit 12 solchen Monaten das Jahr von 360 Tagen
darstellte. Mit dieser Anordnung waren die ersten Völ-
die das Bedürfnifs einer genaueren Zeiteintheilung fühl-
wahrscheinlich sehr lange zufrieden.

Allein später bemerkte man, dafs der Anfang des Jahrs
mehr in dieselbe Jahreszeit fiel, wie zuvor, dafs also
isher angenommene Länge des Jahrs von 360 Tagen nicht
richtig seyn müsse. Auch die Neumonde, die früher
in den Anfang eines jeden der 12 Monate gefallen wa-
wichen immer mehr von dieser Ordnung ab und fielen
f in die Monate, deren Anfang sie doch bezeichnen soll-
zum Beweise, dafs die früher angenommene Länge des
s zu 30 Tagen auch unrichtig seyn müsse. Genauere
chtungen der folgenden Astronomen lehrten zwar bei-
die Länge des Jahrs (zu $365^{T}\ 5^{h}\ 48',85$) und die des
lischen Monats (zu $29^{T}\ 12^{h}\ 44',04$), genauer kennen, aber
Kenntnifs selbst zeigt auch, dafs sich beide Gestirne zu-
nicht ohne Umstände und Unbequemlichkeiten mancher
demselben Zwecke vereinigen lassen werden. Inzwi-
man war an diese Vereinigung einmal gewöhnt, sie war
bis zu dem gemeinen Mann vorgedrungen und liefs
icht gut mehr entfernen. Man fuhr also fort, die Jahre
den Jahreszeiten d. h. nach der Sonne und die Monate
den Lichtphasen des Monds zu zählen, und die Aufgabe
tronomen und Chronologen war nun darauf zurückge-
diese Mischung von zwei so heterogenen Dingen we-
s so erträglich, als sich thun liefs, zu machen, damit
aus entstehende Verwirrung nicht gar zu grofs werde.
Arbeit wurde ihnen durch gewisse kirchliche Einrich-

Digitized by Google

tungen, die das Osterfest u. dgl. betrafen und sich eben an jene Vereinigung der beiden Gestirne knüpften, noch trächtlich erschwert, und d. Art. *Kalender* enthält bereits Vorzüglichste von der Geschichte dieser Bemühungen der nomen und Chronologen in Europa, um sich vor den wieder kommenden Verwirrungen zu befreien, an welchen sere Zeitrechnung lange gelitten hat und in den meisten fsereuropäischen Staaten noch leidet.

Die Türken und überhaupt die Mahomedaner sch nach ihrer Art, den Knoten entzwei und hielten sich b rer Zeitrechnung blofs an den Mond. Dadurch ist ihr K der und ihre ganze Chronologie eine der einfachsten, di kennt. Allein mit den Geschäften des Ackerbaus, der Sc fahrt u. dgl. stimmt ihr Kalender nicht mehr überein dieses mufs allerdings als ein bedeutender Fehler dieser rechnung angesehn werden. Das Neujahr der Türken i J. 1812 unserer christlichen Zeitrechnung mit unserem N nahe zusammen; allein jetzt, im J. 1836, fällt das N Neujahr schon auf unsern 18. April, im Jahr 1846 w auf den 20. December, im Jahr 1900 wieder auf d April u. s. w. fallen, so dafs auf diese Weise das N der Türken alle 32 Jahre die sämmtlichen vier Jahres durchwandert.

Die alten Griechen, die ihren Kalender nach der und dem Monde zugleich einrichteten, liefsen auf den ihrer Astronomen Meton und Euktemon ihre Mon 29 und 30 Tagen regelmäfsig abwechseln, schalteten um von dem Mondlaufe nicht zu sehr abzuweichen, i Jahre siebenmal einen ganzen Monat von 30 Tagen ein dieser sinnreichen Einrichtung fielen ihre Neumonde sehr nahe auf den Anfang eines jeden neuen Monats, w lerdings sehr angemessen und ein Vorzug war, den sel ser gegenwärtiger Kalender entbehren mufs, da in de ben, wie man weifs, die Neu- und Vollmonde eben auf den Anfang als auf die Mitte des Monats fallen. hatte diese Einrichtung des griechischen Kalenders den wichtigeren Vortheil, dafs die Frühlingsnachtgleiche w stens nach jedem 19. Jahre wieder auf denselben Mo fiel, dafs also die Jahreszeiten mit den Monaten in st Verbindung blieben.

Digitized by Google

e Juden haben diese Combination der Sonne mit dem auf eine wohl scharfsinnige, aber auch zugleich sehr elte Weise zu benutzen gesucht. Nach ihrem Kalen- der Neujahrstag immer auf den Tag des mittlern Neu- welcher der erste nach der Herbstnachtgleiche ist, doch ese Regel, verschiedener kirchlichen Einrichtungen we- ehrern Ausnahmen unterworfen. Demnach fällt ihr tag bald auf die ersten, bald auf die letzten Tage un- tembers, ja öfter selbst auf die ersten Tage des Octo- d die Jahreszeiten können sich höchstens um einen errücken, während sie in dem türkischen Kalender alle zwölf Monate durchwandern.

altrömische Kalender, so wie er von JULIUS CAESAR zt wurde, gab zwar die Jahreszeiten immer mit den- Monaten übereinstimmend, wenigstens auf viele Jahr- nach der Epoche seiner Gründung, aber die Neu- durchliefen, wie in unserm gegenwärtigen Kalender, e der einzelnen Monate.

nen der Monate bei verschiedenen Völkern.

Juden haben 12 Monate für ihre gemeinen Jahre für ihre Schaltjahre. Jedes dieser Jahre ist entweder es oder ein mittleres oder ein langes. Die folgende ebt die Namen und die Anzahl der Tage jedes Monats diesen sechs Jahren.

Digitized by Google

	Gemeine Jahre			Schaltjahre		
	Kurze	Mittlere	Lange	Kurze	Mittlere	Lan
Tisri	30	30	30	30	30	3
Marchesvan . .	29	29	30	29	29	3
Kislaw	29	30	30	29	30	3
Tebeth	29	29	29	29	29	2
Schwat	30	30	30	30	30	3
Adar	29	29	29	30	30	3
W' Adar	—	—	—	29	29	2
Nisan	30	30	30	30	30	3
Ijar	29	29	29	29	29	2
Sivan	30	30	30	30	30	3
Thamuz	29	29	29	29	29	2
Ab	30	30	30	30	30	3
Elul	29	29	29	29	29	2
Summe	353	354	355	383	384	3

Die in dieser Tafel angezeigte Ordnung der Monate, welcher Tisri der erste ist, gehört nur für die bürgerl Jahre. Das kirchliche Jahr der Juden fängt mit dem M Nisan an, in welchen ihr Hauptfest, Ostern, fällt.

Den Ostertag der Juden kann man durch einige sehr fache algebraische Operationen für jedes Jahr finden, GAUSS[1] zuerst bekannt gemacht hat. Ist dann der Ha des Osterfestes, welches 7 Tage dauert, gefunden, so man auch den Neujahrstag des folgenden Jahrs, wen zu dem Ostertage noch 163 Tage addirt. Entwickelt man diese Weise zwei nächstfolgende Jahre, so giebt die Di der beiden Neujahrstage auch die Anzahl der in diesen ren enthaltenen Tage, woraus man dann, mit Hülfe der hergehenden Tafel, sogleich sieht, zu welchen der 6 Jahr gegebene gehört. Ist aber dieses bekannt, so kann man sofort angeben, auf welchen unserer Monatstage die Tage der 12 oder 13 jüdischen Monate fallen.

Die Mahomedaner haben 12 Monate, die abwech 29 und 30 Tage enthalten, wie folgende Tafel zeigt.

1 V. ZACH Monatl. Corr. 1802. Mai.

Moharrem . .	30 Tage	VII. Redscheb . .	30 Tage
Safer	29 —	VIII. Schaban . .	29 —
Rebiulewel . .	30 —	IX. Ramasan . . .	30 —
Rebiulachir . .	29 —	X. Schwal	29 —
schemasiulewel	30 —	XI. Silkide	30 —
schemasiulachir	29 —	XII. Silhidsche . .	29 —

Schaltjahren aber hat der letzte Monat Silhidsche 30 Tage.

Die Namen der Monate unseres Kalenders sind allgemein bekannt und waren schon bei den Römern gebräuchlich. Der Monat Januar soll seine Benennung von dem Gotte JANUS, März von MARS, der Mai von der Göttin MAJA, der Monat MERCUR's, und der Junius von der JUNO erhalten haben, welchen vier Göttern im Anfange der genannten Monate bei den Römern öffentliche Opfer gebracht wurden. Der Monat Februar soll seinen Namen von *Februare* (reinigen) erhalten haben, weil während dieses Monats, an den Festtagen der Lupercalien, die Reinigung der Lebenden und die Sühnung der Todten vorgenommen wurden. April soll von *aperire* (öffnen) kommen, weil in diesem Frühlingsmonate der im Winter geschlossene Schofs der Erde sich wieder öffnet. Die Namen der Monate September, October, November und December bedürfen keiner Erklärung, da sie in der That der 7., 8., 9. und 10. Monat des Jahrs bei den Römern waren, welches Jahr mit dem März anfingen. Aus dieser Ursache hiefs auch der Julius und August früher Quinctilis und Sextilis. Nach dem Tode JULIUS CAESAR's wurde durch einen Senatsschluss der Monat Quinctilis zu Ehren des grofsen Imperators Julius genannt, und als später OCTAVIAN den Namen AUGUSTUS angenommen hatte, verwandelte ein anderer Senatsschluss den Namen Sextilis in Augustus. Da aber dieser Monat nur 30 Tage hatte und die damals in dem römischen Reiche bereits vorherrschende Schmeichelei nicht zugeben wollte, dafs der Monat Augustus dem Julius, in dieser Beziehung nachstehn sollte, so nahm man einen Tag aus dem Februar, der ohnehin nur 29 Tage hatte, heraus, um ihn in den August einzuschalten. Blofs in den Schaltjahren liefs man dem Februar wieder sein altes Recht geniefsen. *C'est ainsi,* sagt ROUSSEAU bei einer ähnlichen Gelegenheit, *que la subsistance du pauvre est toujours employée au profit du puissant.*

Digitized by Google

Diese Apotheosen durch Verwechselung der Monate
men wurden zu den Zeiten der ersten römischen Kaiser
Art von Mode bei dem immer tiefer in sclavische Schm
chelei versinkenden Senate. Tempel und Altäre, Statuen
Triumphbogen hatten bereits den Reiz der Neuheit ver
und waren für abgenutzt erklärt. Man hätte nun die
neu entdeckten Länder und Inseln, wie dieses später
wurde, nach jenen Imperatoren nennen können, allein
römischen Senatoren waren keine Weltumsegler und beg
ten sich mit ihren grofsen Landgütern auf den bereits bek
ten Erdtheilen. Ihnen blieb in ihrer Stellung nur noch
Plünderung des Kalenders übrig und diesen suchten sie
auch gehörig auszubeuten, weil dazu glücklicher Weise
nautischen oder astronomischen Kenntnisse, die ihnen
gelten, sondern nur schamlose Kriecherei erfordert wurde
welcher sie Ueberfluſs hatten. Auf diese Art wurde
nem weitern Senatsbeschlusse allen römischen Bürgern
Lebensstrafe geboten, den Monat April künftig *Nero* und
Mai fernerhin *Claudius* zu nennen. Der Kaiser Dom
wollte im Uebermafse seine Bescheidenheit nicht auf
Decrete seines Senats abwarten, sondern befahl sofort
daſs der October fortan seinen Namen *Domitianus*
sollte. Ja nachdem man auf diese Weise alle Monate
Jahres ausgebeutet hatte, wurden auch diese neueren
wieder verworfen, um denen der nachfolgenden Imper
Platz zu machen, wie denn der Monat Sextilis, der
her August genannt worden war, jetzt den Namen des
heuers Commodus sich gefallen lassen mufste u. s. w.

L.

Mond.

Luna; Lune; *Moon.*

Wenn wir uns auf die Oberfläche der Sonne
könnten, so würden wird daselbst unsere Erde als eine
lichte Scheibe von 17 Sec. im Durchmesser oder nahe
der Gröfse erblicken, unter welcher uns jetzt Saturn
seinen Ring erscheint. Dieses lichte Scheibchen würde
in 365¼ Tagen um die Sonne gehn sehn, während ein

ch viel kleinerer Lichtpunct, von nur 4 Sec. in Durch-
r, diese Erde umkreisen, jeden Umlauf um die Erde in
gen vollenden, bald rechts, bald links von der Erde
und sie auf ihrer Bahn um die Sonne stets so begleiten
, dafs dieser Lichtpunct sich nie mehr als um den 4ten
des Sonnendurchmessers, wie er uns erscheint, von der
entfernt. Dieses Lichtpünctchen ist unser Mond, der
von der Erde gesehn, nahe ebenso grofs als die Sonne
erscheint, obschon die Sonne in der That so vielmal
ist, dafs aus ihr mehr als 74 Millionen solcher Kugeln,
nser Mond ist, gemacht werden könnten. Die Ge-
ndigkeit, mit welcher der Mond in einem Monate um
rde läuft, ist nur der dreifsigste Theil jener, womit die
und mit ihr der Mond, jährlich um die Sonne geht. Die
legt nämlich auf ihrer Bahn um die Sonne im Mittel
nd jeder Zeitsecunde 4 geogr. Meilen, der Mond aber
inem Wege um die Erde nur 2970 Fufs oder nur $\frac{2}{15}$
Meile zurück. Da er aber, während er seine elliptische
um die Erde beschreibt, zugleich mit der Erde um die
geht, so wird seine eigentliche Bahn im Weltraume,
diese doppelte Bewegung, sehr zusammengesetzt und
Bahn ist nicht mehr, gleich jener der Erde, nahe ein
, sondern sie gleicht einer in 12 bis 13 Knoten ge-
genen Schnur, welche Knoten aber selbst nach Millio-
on Jahren nie wieder auf dieselben Puncte der Schnur
fallen.

Unter allen Gestirnen des Himmels, allein die Sonne aus-
nmen, ist der Mond für uns bei weitem das wichtigste.
heint nur der Erde wegen da zu seyn. Alle andere Ge-
, selbst die schöne Venus und der mächtige Jupiter, sind
s nur ein Edelstein mehr in der unermefslichen Strah-
ne des Himmels, die uns gleich dem Diademe mancher
cher nur mit ihrem Glanze blenden, ohne uns zu nü-
während der Mond durch ein enges Band der Freund-
und der gegenseitigen Abhängigkeit mit der Erde ver-
n ist. Er steht uns unter allen Himmelskörpern am näch-
nd seine Einflüsse auf uns sind daher so zahlreich, dafs
ahrscheinlich viele derselben noch gar nicht kennen. Er
chtet und verschönert unsere Nächte; seine anziehende
hebt täglich zweimal das Weltmeer und treibt dadurch

die Schiffe in die Häfen aus und ein; die regelmäfsige A
wechselung seiner Lichtgestalten gab uns die erste Basis u
serer Zeitrechnung, ohne welche wir keine Geschichte hät
seiner schnellen Bewegung unter den Gestirnen verdanken w
die Kenntnifs der Lage unserer Städte und Länder auf d
Oberfläche der Erde und dadurch den Hauptinhalt unse
Geographie und die eigentliche Grundlage unserer Land- u
Seecharten; er leitet den Seefahrer mit Sicherheit durch u
bekannte Meere; er hat einen unbestreitbaren Einfluss auf u
sere Witterung und vielleicht selbst auf unsere körperli
und geistige Gesundheit. So viele und wichtige Relatio
scheinen es wohl zu verdienen, dafs man die Quelle, a
welcher sie entspringen, näher kennen lerne.

A. Mondbahn; Umlauf des Mondes um d Erde.

Nach den neuesten Bestimmungen legt der Mond au
Weg um die Erde in 27,321661423 mittleren Sonnentage
der Richtung von West nach Ost zurück. In dieser Z
vollendet er nämlich volle 360 Grade um die Erde, u
wenn man ihn, im Anfange dieser Zeit, von der Erde a
bei irgend einem festen Puncte des Himmels, z. B. bei ei
Fixstern sieht, so sieht man ihn am Ende dieser Zeit wi
in demselben Puncte. Man nennt diese Zeit die sideri
Revolution des Monds.

Allein die Astronomen bedürfen öfter die Kenntnifs d
Umlaufszeit des Mondes in Beziehung auf andere Puncte d
Himmels, die selbst wieder beweglich sind. Ein solcher Pu
ist vor allen der Frühlingspunct, in welchem sich die Eb
nen des irdischen Aequators und der Erdbahn schneiden. D
ser Punct bewegt sich in einem Jahre um 50″,1 auf der Ek
tik, und zwar von Ost gen West, in einer der Bewegung d
Mondes entgegengesetzten Richtung, woraus folgt, dafs d
Mond in einer kürzern Zeit wieder zu dem Frühlingspun
als zu demselben Fixsterne zurückkehren wird. In der Ta
ist auch diese Umlaufszeit des Monds in Beziehung auf d
Frühlingspunct oder die *tropische* Revolution desselben gle
27,321582 Tagen.

· Mond bewegt sich, wie alle Körper unsers Sonnen-
in einer Ellipse. Die Ebene dieser Ellipse geht durch
elpunct der Erde und dieser Mittelpunct liegt in ei-
beiden Brennpuncte jener Ellipse. Diese Ebene der
n fällt übrigens nicht mit der Ebene der Erdbahn
n, sondern sie durchschneidet die letzte nur in einer
durch die Erde gehenden Linie, welche die *Kno-*
der Mondbahn heifst, und zwar unter einem Winkel
665 Graden, welchen Winkel man die *Neigung* der
n nennt. Weder diese Knotenlinie, noch auch die
xe jener Ellipse ist unveränderlich im Himmelsraume,
jene dreht sich in 6793,39108 Tagen gen West und
3232,575343 Tagen gen Ost volle 360 Grade um die
Dieses sind wenigstens die siderischen Revolutionen
tenlinie und der grofsen Axe der Mondbahn, wie sie
ge des gegenwärtigen 19. Jahrhunderts statt gehabt
Wir werden weiter unten sehn, dafs sie beide mit
veränderlich sind. Daraus läfst sich nun auch leicht
zwischen zwei nächsten Zusammenkünften des Monds
r Knotenlinie oder mit der grofsen Axe der Mond-
den. Ist nämlich A die Revolution eines Himmels-
z. B. des Monds in Beziehung auf irgend einen fe-
r beweglichen Punct des Himmels, und ist T die Re-
eines zweiten Puncts, ebenfalls in Beziehung auf je-
n Punct, so ist die Revolution B des Mondes in Be-
auf diesen zweiten Punct sofort durch die Gleichung

$$B = \frac{1}{\frac{1}{A} - \frac{1}{T}},$$

iem Ausdrucke man T negativ setzen wird, wenn die
; der Bewegung des zweiten Puncts der des Mon-
egengesetzt ist. Setzt man nach dem Vorhergehenden
7,321661423 Tage für die siderische Revolution des
nd T = 3232,575343 Tage für die siderische Revo-
er grofsen Axe, so erhält man

$$B = 27{,}55455$$

Umlaufszeit des Monds in Beziehung auf seine grofse
h. für die *anomalistische Revolution* des Monds.
nan aber A = 27,321661423, wie zuvor, und

Digitized by Google

$T = -6793{,}39108$ für die siderische Revolution der K
ten, so hat man

$$B = 27{,}21221$$

für die Umlaufszeit des Monds in Beziehung auf seine K
ten, d. h. für die *drakontische* Revolution des Monds.

Auch die Zusammenkünfte des Monds mit der Sonne
für den Astronomen von grofser Wichtigkeit, da von dens
die Finsternisse abhängen. Setzt man aber für T das ju
sche Jahr der Erde oder ist $T = 365{,}25638$ und bleib
wie zuvor, so giebt die vorhergehende Gleichung für die U
laufszeit des Monds in Beziehung auf die Sonne oder für
sogenannte *synodische Revolution*

$$B = 29{,}53058 \text{ Tage.}$$

Um aus diesen Angaben den Ort des Monds, der Knoten
der grofsen Axe seiner Bahn für jede andere Zeit zu f
vorausgesetzt, dafs diese drei Bewegungen selbst gleichf
mit der Zeit fortgehn, was aber keineswegs der Fall is
hat man für den Augenblick der mittleren Mitternacht in
ris am ersten Januar des Jahres 1801 die mittlere Länge,
Frühlingspuncte in der Ekliptik an gezählt,

des Monds	111°,61189
des Perigeums	266,11263
des aufst. Knotens . .	13,91505.

B. Entfernung des Mondes von der Erde

Nach den neuesten Bestimmungen ist die Horizontalpa
laxe[1] des Monds in seiner mittleren Entfernung von
Erde und für einen Beobachter im Aequator gleich $\pi = 0°$
34″,2. Daraus folgt die mittlere Entfernung des Mondmi
puncts von dem der Erde gleich 59,717 Halbmessern des
äquators oder gleich 51315 geogr. Meilen, deren 859,3
den Halbmesser des Aequators gehn.

Nimmt man die halbe grofse Axe a der elliptis
Mondbahn als Einheit an, so ist die Excentricität[2] g
$e = 0{,}054844$. Da aber a gleich 59,717 war, so ist d
Excentricität auch gleich $ae = 3{,}27512$ Erdhalbmesser

1 S. Art. *Parallaxe*. Bd. VII. S. 288.
2 S. Art. *Excentricität*. Bd. III. S. 162.

e verschiedenen Entfernungen des Monds von der

te $a + ae = 62{,}99212$ Erdhalbmess. oder 54129 geogr. Meilen

re $a = 59{,}717$ - - - 51315 —

te $a - ae = 56{,}44188$ - - - 48500 —

diese mittlere Parallaxe des Monds bis auf eine Se-
nau bekannt ist, mit welcher Genauigkeit kennen wir
Entfernung des Monds von der Erde? Ist R der
ier des Aequators, so ist

$$\text{Sin.}\,\pi = \frac{R}{a}, \text{ also auch } da = -\frac{a\,d\pi}{\pi}.$$

n in dem letzten Ausdrucke $a = 51315$, $\pi = 3454$ Se-
nd $d\pi = 1$ Secunde, so erhält man

$$da = -14{,}85,$$

kennen die Entfernung des Monds von der Erde bis
Meilen, d. h. bis auf $\frac{1}{3\,4\frac{1}{2}\,7}$ dieser Entfernung ge-
lie Entfernung Wiens von Lissabon soll 632 Meilen
Der 3421ste Theil dieser Distanz ist nahe $\frac{1}{5}$ Meile. Al-
sind weit davon entfernt, diese und wohl auch die
ler meisten andern Hauptstädte Europa's auf einen so
Theil derselben genau zu kennen, so dafs wir also,
is bis zu unserm Monde, die Weite der Wege am
besser als die auf der Erde zu beurtheilen im Stande

Alten aber hatten keine Ursache, sich derselben Kennt-
rühmen. Pythagoras z. B. nahm die Entfernung
ds von der Erde zu 126000 Stadien, nahe 3310 geo-
leilen an, welches nur der 15te Theil der wahren
ng ist. Wahrscheinlich ist diese Bestimmung auf keine
ie Beobachtung gegründet, sondern nur, auf gut meta-
, *a priori* gefunden worden. Hipparch, der gröfste
i des Alterthums, fand aus seinen Beobachtungen diese
gleich 75 Halbmessern der Erde, also um 15 Erdhalbmes-
nahe 13000 Meilen zu grofs. Posidonius soll sie
en Untersuchungen 52300 Meilen gefunden haben,
der Wahrheit übereinstimmend, wohl nur durch ei-
stigen Zufall, da den Alten die Instrumente fehlten,
stanz mit Schärfe zu messen. Ptolemäus, der sich

Digitized by Google

besonders mit diesem Gegenstande beschäftigt hatte, fand die gröfste und kleinste Distanz des Monds von der Erde 64 34 Erdhalbmesser, also die erste genau genug, dafür die dere bald um die volle Hälfte zu klein.

Seit den Alphonsinischen Tafeln (die im Anfange des Jahrhunderts herauskamen) hatte man über die Horizontparallaxe oder, was dasselbe ist, über die Entfernung Mondes richtigere, auf bessere Beobachtungen gegründete griffe. In diesen Tafeln wurde die Horizontalparallaxe Monds zu 0° 58′ angenommen. Tycho Brahe setzte gleich 1° 1′, Halley 57′ 18″, Dom. Cassini 58′ 22″, Newton 57′ 30″, Tob. Mayer 57′ 44″, Lalande 57′ 35″ Laplace, auf Mason's, Bürg's und Burckhardt's Mondtafeln gestützt, auf 57′ 34″,2, wie wir auch oben vorausgesetzt haben.

C. Gröfse des Mondes.

Der Halbmesser des Monds, aus dem Mittelpuncte der Erde gesehn, erscheint uns unter dem Winkel von 0°15′45 wenn er in seiner mittleren Entfernung a von der Erde Nennt man daher r den Halbmesser dieses Gestirns, so man

$$r = a \sin. 15'43'',3 = 0{,}0045723\, a,$$

oder da a 59,717 Erdhalbmesser oder 51315 Meilen trägt,

$$r = 0{,}27310 \text{ Erdhalbmesser}$$

oder

$$r = 234{,}675 \text{ geogr. Meilen.}$$

Die Halbmesser des Monds und der Erde verhalten sich nach wie die Zahlen 2731 zu 10000 oder jener ist sehr $\frac{3}{11}$ von diesem. Die Oberfläche des Monds ist daher 0,0745 der Oberfläche der Erde und der körperliche des Monds ist nur 0,02035 des Volumens der Erde oder der Erde liefsen sich 50 solche Kugeln, wie der Mond bilden.

Wegen der oben angeführten verschiedenen Entfernungen des Monds erscheint uns der Halbmesser desselben auch sehr verschiedenen Winkeln. In der kleinsten Entfernung der Erde oder im *Perigeum* ist dieser Winkel 0° 16′ 4

der gröfsten Entfernung oder im *Apogeum* beträgt er
14′ 41″,0, so dafs der scheinbare Halbmesser des
ald gröfser bald kleiner ist, als jener der Sonne, wel-
te in seiner mittlern Entfernung von der Erde 0° 16′

n den scheinbaren Halbmesser des Monds kannten die
r unvollkommen. Hipparch und Ptolemäus nah-
im Apogeum zu 0° 15′ an und im Perigeum, sagten
er etwas gröfser, als der der Sonne. Man mufs es
, dafs sie nicht mehr Sorgfalt auf die Beobachtung
hiedenen Gröfse des scheinbaren Mondhalbmessers ver-
aben. Da die Variation desselben volle 124 Secun-
gt, so hätten sie, wie man glauben sollte, dieselbe
nerken können und diese Bemerkung würde hinrei-
wesen seyn, sie von dem Ungrunde ihrer Hypothese
ugen, nach welcher sie den Mond und überhaupt
ten in excentrischen Kreisen oder in Epicykeln sich
liefsen. Sobald sie sich aber gezwungen gesehn hät-
Kreis zu verwerfen, so würden sie gleichsam von
die Ellipse verfallen seyn, eine krumme Linie, wel-
alten bereits sehr gut kannten und welche sie auf
Wege zu der Entdeckung der Kepler'schen Gesetze
:h auf das wahre Weltsystem geführt haben würde.
lich Δ und Δ' die scheinbaren Halbmesser eines Pla-
einer Bahn, zu welchen die Entfernungen a und a′
so ist

$$a\Delta = a'\Delta'.$$

t man aber durch $d\nu$ und $d\nu'$ die scheinbaren stünd-
vegungen des Planeten in jenen zwei Entfernungen,
die Kreishypothese

$$\frac{\Delta}{\Delta'} = \frac{d\nu}{d\nu'},$$

letzte Gleichung stimmt keineswegs mit den Beob-
des Monds überein, für welche man vielmehr hat

$$\frac{\Delta^2}{\Delta'^2} = \frac{d\nu}{d\nu'},$$

r Ausdruck enthält schon das zweite Kepler'sche
ach welchem die Flächen, die der Radius Vector in
nen Zeiten beschreibt, diesen Zeiten proportional
Ellipse aber thut der letzten Gleichung Genüge, wie

Digitized by Google

man aus dem, was oben[1] gesagt worden ist, leicht finden Auch die Astronomen nach der Restauration der Wissenscha 15ten Jahrhunderte blieben noch lange ungewifs über die Gröfse des Mondhalbmessers. Albategnius fand ihn mittlere Entfernung 16′ 12″, Copernicus 15′ 48″, Brahe 13′ 25″, Kepler 15′ 41″, Horrockes u. s. w.

Wir werden bald Gelegenheit haben, von den ver denen Störungen zu handeln, die der Mond in seiner gung um die Erde von der Sonne erleidet. Auch seine fernung, d. h. seine Parallaxe, wird durch diese St bedeutend afficirt. Nennt man m die mittlere Anoma Monds von seinem Perigeum gerechnet und a die mittlere ge des Monds weniger der mittleren Länge der Sonne, man nach Damoiseau's neuesten *Tables de la lune* 1824) für die Horizontalparallaxe des Monds am Aequ

$$\pi = 3454'',0 + 186'' \text{ Cos. } m + 10'' \text{ Cos. } 2m + 28'' \text{ Cos. } 2a + 34'' \text{ Cos. } (2$$

Man sieht aber leicht, dafs der scheinbare Halbmess Monds sich zu seiner Horizontalparallaxe stets verhält, der Halbmesser des Monds zu dem der Erde. Dieses Verhältnifs haben wir oben gleich $\frac{3}{11}$ oder genauer 0,2731 gefunden. Multiplicirt man daher alle Glieder des hergehenden Ausdrucks durch 0,2731, so findet man durch die Attraction der Sonne gestörten scheinbaren messer des Mondes für jede gegebene Zeit den Ausdruck

$$0^{\circ}\,15'\,43'',3 + 50'',8 \text{ Cos. } m + 2'',7 \text{ Cos. } 2m + 7'',6 \text{ Cos. } 2a + 9'',3 \text{ Cos. } (2a$$

Bemerken wir noch, dafs man nach Dusejour's Unters gen bei Sonnenfinsternissen diesen Halbmesser des Mon zwei Secunden vermindern soll, was er zum Theil ein radiation des Sonnenlichts an dem dunklen Mondrande. Theil der Inflexion der Sonnenstrahlen an demselben zuschreibt. Aber die Astronomen sind über die Grö selbst über die Existenz dieser Correction noch nicht einig.

Wenn wir den Mond hinter Bergen oder Gebäude

1 S. Art. *Anomalie*. Bd. I. S. 297.

Digitized by Google

otergehn sehn, so erscheint er uns viel gröfser, als wenn
h über unserm Horizonte steht. Dasselbe hat auch für
nne statt. Allein dieses ist bekanntlich nur eine opti-
äuschung. Wenn man den Mond durch ein Fernrohr,
schon durch ein blofses Rohr ohne Gläser, oder wenn
n durch eine kleine, in einem Kartenblatte angebrachte
ng betrachtet, so verschwindet diese Illusion gänzlich.
Eindruck, welchen das Auge unmittelbar von den
Gegenständen erhält, mischt sich bekanntlich auch ein
wohnheit und Erfahrung gegründetes Urtheil, nach wel-
vir z. B. von zwei unter demselben Gesichtswinkel er-
nden Gegenständen denjenigen für gröfser halten, den
iter von uns entfernt glauben. Wenn aber der Mond
n Horizonte ist, so erscheint uns sein Licht durch die
de nähere und dichtere Atmosphäre sehr geschwächt
gleich sehn wir zwischen ihm und uns viele andere
stände, als Häuser, Bäume, Wälder u. dgl., und aus
beiden Ursachen halten wir ihn für weiter von uns
, als wenn er hoch in der Mitte des Himmels steht,
in seinem hellsten Lichte glänzt und nichts zwischen
d unserm Auge steht. Wenn er daher auch in beiden
unter demselben Gesichtswinkel erschiene, so würden
doch im ersten Falle für gröfser halten, nicht weil wir
der That gröfser sehn, sondern weil wir durch unser
gesehenen Gegenstand hineingetragenes Urtheil, gleich-
tinctartig, ohne uns dieser Täuschung bewufst zu seyn,
fser machen, als er in der That ist. Aus derselben Ur-
rscheint uns auch das über uns ausgespannte schein-
mmelsgewölbe keineswegs wie eine Halbkugel, sondern
ein Kugelabschnitt, dessen Höhe viel geringer ist, als
izontale Halbmesser seiner Basis. Wir sehn nämlich
mmel nicht als eine Halbkugel EBF, deren Mittelpunct Fig.
t, sondern als den Abschnitt DBD', wo das Auge in 328.
, oder wir sehn den Himmel gleichsam als ein in sei-
ersten Theile B gedrücktes Gewölbe. Denn wenn man
tab Am so vor das Auge in A hält, dafs er die uns
e Hälfte BMD des Himmels in dem Puncte M zu
scheint, so sollte der Winkel mAD des Stabes mit
orizonte AD gleich 45° seyn, während wir ihn doch nur
grofs oder nahe gleich 23° finden. Es ist leicht, aus
d.

dieser einfachen Beobachtung das Verhältnifs $x = \frac{AD}{AB}$ der h
rizontalen zu der verticalen Entfernung des Himmels von d
Auge des Beobachters zu finden. Setzt man nämlich al
mein den Winkel $DAM = MAB = \alpha$ und $DCM = MCB =$
so hat man

$$\text{Tang.}\,\alpha = \frac{\text{Cos.}\,\beta - \text{Cos.}\,2\beta}{\text{Sin.}\,\beta} \text{ und } x = \text{Cotg.}\,\beta,$$

und wenn man aus diesen beiden Gleichungen die Grö
eliminirt,

$$x^3 - \frac{(3 + \text{Tang.}^2\alpha)}{2\,\text{Tang.}\,\alpha}\,x^2 + x + \frac{1 - \text{Tang.}^2\alpha}{2\,\text{Tang.}\,\alpha} = 0,$$

eine kubische Gleichung, aus welcher man den gesu
Werth von $x = \frac{AD}{AB}$ findet. Für $\alpha = 23°$ erhält man

$$x^3 - 3{,}7460\,x^2 + x + 0{,}9657 = 0, \text{ woraus folgt}$$
$$x = 3{,}36,$$

so dafs sich also AD zu AB verhält, wie 336 zu 100.

In der That verhält sich auch die Sache gerade u
kehrt und der scheinbare Halbmesser des Monds ist k
wenn er am Horizonte steht, weil er dann auch weiter
uns entfernt ist, als wenn er hoch über unserm Horizonte s

Fig. 329. Ist nämlich T der Mittelpunct der Erde und A der Beob
ter auf der Oberfläche der Erde, dessen Zenith Z und H
zont HR ist, und bewegt sich der Mond in dem der E
concentrischen Kreise BCDZR, dessen Mittelpunct T i
die Erde, so dafs also seine Entfernungen BT, CT, DT, ZT
von dem Mittelpuncte der Erde immer dieselben bleiben,
folgt sofort, dafs die Distanzen BA, CA, DA, ZA
Monds von dem Beobachter A immer kleiner werden, je
her der Mond dem Zenith Z des Beobachters kömmt, und
daher auch der scheinbare Halbmesser des Monds am H
zonte AB am kleinsten seyn und immer gröfser werden m
je näher der Mond dem Zenithe kommt, ganz das Ge
der Erscheinung, welche die oben erwähnte optische Tä
schung in uns erzeugt. Auch findet man, wenn man
scheinbaren Durchmesser des Monds durch ein Fernrohr b
trachtet und mit einem in dem Fernrohre angebrachten M
krometer mifst, dafs der Mond im Zenith am gröfsten
scheint. Wenn der Mond im Horizonte B des Beobach

) hat er dieselbe Distanz BA von dem Beobachter in A, von dem Mittelpuncte T der Erde zu derjenigen Zeit würde, wo er im Horizonte H eines Beobachters T im puncte der Erde wäre, weil BA sehr nahe gleich HT lus dieser Ursache nennt man auch den horizontalen esser des Monds den *geocentrischen* d. h. den aus dem puncte der Erde gesehenen Halbmesser.

iese Vergröfserung des geocentrischen Halbmessers des s durch seine Höhe über dem Horizonte ist also eine Folge der Parallaxe des Monds. Nennt man φ' die htete und φ die geometrische Polhöhe eines Ortes auf berfläche der Erde[1], ist ferner z die Zenithdistanz und Azimuth des Monds, wie beide für den Mittelpunct de statt haben, und bezeichnet man ferner durch π die orial - Horizontalparallaxe des Monds, durch Δ den trischen und endlich durch Δ' den wegen seiner Höhe serten scheinbaren Halbmesser des Monds, so erhält r Δ' folgenden ganz genauen Ausdruck, die Erde als häroid vorausgesetzt, das durch die Rotation einer Elm ihre kleine Axe entstanden ist:

$$\frac{\text{Sin.}\,\Delta}{\sqrt{\{1+\text{Sin.}^2\pi-2\,\text{Sin.}\pi[\text{Cos.}z\,\text{Cos.}(\varphi'-\varphi)+\text{Sin.}z\,\text{Sin.}(\varphi'-\varphi)\,\text{Cos.}\omega]\}}}.$$

an für eine kugelförmige Erde die Gröfse $\varphi=\varphi'$ und lässigt man die zweiten und höhern Potenzen von so giebt dieser Ausdruck folgenden sehr einfachen:

$$\Delta'=\Delta\,(1+\text{Sin.}\,\pi\,\text{Cos.}z).$$

an, wie oben, $\pi=0^\circ\,57'.\,34''$ und $\Delta=0^\circ\,15'\,43''$, so

---

Es möge hier beiläufig bemerkt werden, dafs man für das an en abgeplattete Erdsphäroid, dessen Axen 2a und 2b sind, *entrische Polhöhe* φ (d. h. den Winkel der Entfernung r des ters von dem Mittelpuncte der Erde) aus der beobachteten φ' (d. h. aus dem Winkel der Normale des Beobachters mit ischen Aequator) durch folgende Ausdrücke findet:

$=\frac{b^2}{a^2}$ Tang. φ' oder $\varphi=\varphi'-\Theta\,\text{Sin.}\,2\varphi'+\frac{1}{2}\,\Theta^2\,\text{Sin.}\,4\varphi'$

$-\frac{1}{3}\,\Theta^3\,\text{Sin.}\,6\varphi'+\ldots$, wenn $\Theta=\frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}$ ist.

ähnte Entfernung aber ist

$$\sqrt{\frac{\text{Cos.}\,\varphi'}{\text{Cos.}\,\varphi\,\text{Cos.}(\varphi'-\varphi)}}.$$ Vergl. *Schwere.* Bd. VIII. S. 604.

Digitized by Google

erhält man $\Delta \sin. \pi = 15'',79$, und dieses ist die gröfste Diff... renz, die zwischen den beiden Gröfsen Δ und Δ' statt hab... kann. Bei Sonnenfinsternissen und Sternbedeckungen d... den Mond ist es nothwendig, auf diese Differenz Rück... zu nehmen.

D. Masse und Dichtigkeit des Mondes.

Wenn die Alten die Entfernung und den Durchmesser ... Mondes nur sehr unvollkommen gekannt haben, so wuss... sie von der Masse des Mondes gar nichts. Aber auch ... Nachfolgern wurde es nicht leicht, den wahren Werth ... Masse zu bestimmen. Sie hatten dazu vorzüglich zwei M... tel, die *Präcession*[1] und die *Nutation*. Die erstere bet... in einem Jahre 50″,376 und ist eine Folge der Anziehung ... Sonne und des Mondes auf die abgeplattete Erde, die l... aber beträgt in ihrem gröfsten Werthe 16″,783, und ist ... eine blofse Wirkung des Monds auf die Erde zu betra... Da sich aber, nach dem ersten Grundsatze der Mechanik ... Kraft, die ein Körper auf einen andern ausübt, wie die M... des ersten Körpers, dividirt durch das Quadrat der Entfern... desselben von dem andern Körper, verhält, so sieht man, ... die beobachteten Gröfsen der Präcession und Nutation das V... hältnifs der Masse der Sonne und des Mondes geben müs... Man fand auf diese Weise

$$\frac{\text{Masse des } \mathbb{C}}{\text{Masse der } \odot} = 0{,}000000\ 042713.$$

Da aber aus andern Folgerungen bereits bekannt war, d... die Masse der Erde nur den 337000sten Theil der Masse ... Sonne beträgt, und da die letzte Zahl, durch 337000 mul... plicirt, 0,01439 oder nahe $\frac{1}{70}$ giebt, so hat man

$$\frac{\text{Masse } \mathbb{C}}{\text{Masse } \oplus} = \frac{1}{70}$$

oder der Mond hat nur den 70sten Theil der Masse der E...

Die Erscheinungen der Ebbe und Fluth des Meeres ... ihre Ursache bekanntlich ebenfalls in der vereinten Wir... welche die Sonne und der Mond durch ihre Anziehungs... diese grofse Wassermasse ausüben. Eine genaue Disc...

---

1 S. *Vorrücken der Nachtgleichen.*

r Phänomene hat diese Wirkungen zu trennen gewufst. nter den Häfen Frankreichs vorzüglich der zu Brest eine e Regelmäfsigkeit der Ebbe und Fluth zeigt, so wurden bst diese Phänomene viele Jahre durch beobachtet. Indann Bouvard diese Beobachtungen mit der von Laz aufgestellten Theorie der Fluthen verglich, fand er aus getrennten Einflüssen, welche die Sonne und der Mond ieselben ausüben, die Masse des Monds gleich $\frac{1}{75}$ von jeler Erde, sehr nahe mit der vorhergehenden Angabe instimmend.

Endlich befindet sich noch unter den Störungsgleichunler Erde in ihrer Länge eine, welche die Form hat . $(\mathbb{C} - \odot)$, wo $\mathbb{C}$ und $\odot$ die Länge des Monds und onne ausdrücken. Diese Störung ist eine Folge der Anag des Monds auf die Erde, wie denn auch die Gröfse der Masse des Monds abhängt. Die Beobachtungen die Gröfse a gleich 7 Secunden gegeben und daraus wieder, dafs die Masse des Mondes sehr nahe $\frac{1}{77}$ von der Erde seyn mufs. Kennt man aber die Massen m d zweier Körper und ihre Volumina v und V, die bei n den Würfeln ihren Halbmesser r und R gleich sind, nnt man auch ihre Dichtigkeiten d und D durch die ung

$$\frac{d}{D} = \frac{m}{M} : \frac{v}{V} \text{ oder } \frac{d}{D} = \frac{m}{M} \cdot \left(\frac{R}{r}\right)^3.$$

en die Zeichen M, D, R für die Erde und m, d, r n Mond, so haben wir nach dem Vorhergehenden

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{70} \text{ und } \frac{r}{R} = 0{,}2731,$$

t auch

$$\frac{d}{D} = 0{,}7013 \text{ oder nahe } \frac{d}{D} = \frac{5}{7}.$$

Dichte der Masse, aus welcher der Mond geformt ist, daher nur $\frac{5}{7}$ der Dichte der Erdmasse.

a wir nun die Halbmesser und die Massen dieser beiörper kennen, so ist es auch sehr leicht, die Schweren G auf der Oberfläche des Mondes und der Erde zu been. Es ist nämlich

Digitized by Google

$$\frac{g}{G} = \frac{m}{M} : \left(\frac{r}{R}\right)^2$$

und daher, wenn man die vorigen Werthe von $\frac{m}{M}$ und $\frac{r}{R}$ s
stituirt,

$$\frac{g}{G} = 0{,}191,$$

oder, da G nahe 15 par. Fufs beträgt, g = 2,87 Fufs. W
daher die Körper auf der Oberfläche der Erde in der ersten
cunde durch einen senkrechten Raum von 15 Fufs fallen,
fallen sie auf der Oberfläche des Monds in derselben Zei
durch 2,87 Fufs, oder ein Körper, der auf der Erde ein P
wiegt oder vielmehr mit dem Gewichte eines Pfundes auf
Unterlage drückt, wird auf der Oberfläche des Mondes,
gen der daselbst verminderten Schwere, nur einen Druck
$\frac{1}{7}$ Pfund ausüben.

E. Grofse Störungen des Mondes.

Nach dem von Newton entdeckten Gesetze der a
meinen Schwere zieht ein Körper jeden andern an im
den Verhältnifs seiner Masse und im verkehrten Verh
des Quadrats der Entfernung beider Körper von einander.
ist sehr leicht, die Differentialausdrücke zu geben, durch
che die Bewegung des Monds um die Erde zugleich m
Störungen gegeben wird, welche diese Bewegung dur
Wirkung der Sonne erleidet. Sey nämlich der Ort des M
gegen den der Erde durch drei unter sich senkrechte Co
naten x, y, z bestimmt, deren Anfangspunct im Mittelp
der Erde liegt, so wie der Ort der Sonne gegen den der
durch die drei analogen Coordinaten x', y', z'; sey ferne
die Masse des Monds, m' die der Sonne und M die der Erd
setze man der Kürze wegen die Entfernung des Monds v
Erde $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = r$, die der Sonne von der
$\sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2} = r'$ und endlich die Entfernung des M
von der Sonne $\sqrt{(x' - x)^2 + (y' - y)^2 + (z' - z)^2} =$
hat man aus den ersten Gründen der Mechanik folgende
Gleichungen:

$$= \frac{d^2x}{dt^2} + (M+m)\frac{x}{r^3} + \frac{m'x'}{r'^3} - \frac{m'(x'-x)}{\Delta^3},$$

$$= \frac{d^2y}{dt^2} + (M+m)\frac{y}{r^3} + \frac{m'y'}{r'^3} - \frac{m'(y'-y)}{\Delta^3},$$

$$= \frac{d^2z}{dt^2} + (M+m)\frac{z}{r^3} + \frac{m'z'}{r'^3} - \frac{m'(z'-z)}{\Delta^3},$$

ien wieder, wie zuvor, dt das constante Element der eichnet.

se drei Ausdrücke sind vollkommen oder streng ge- r sie geben, wie man sieht, unmittelbar nur die zwei- rentiale d^2x, d^2y, d^2z der drei Coordinaten x, y, z, elche der Ort des Monds gegen die Erde für jede ge- Zeit bestimmt wird. Wir suchen aber die Werthe röfsen x, y, z selbst, wie sie für jede Zeit t statt ha- l zu diesem Zwecke müssen die vorhergehenden drei gen noch integrirt werden.

in diese Integration ist mit unübersteiglichen Schwie- verbunden und unsere gegenwärtige mathematische ist noch lange nicht bis zu demjenigen Grade mmnet, wo man auch nur mit einiger Hoffnung ılichen Erfolg an die directe und vollständige Auf- lieser Aufgabe gehen könnte, einer Aufgabe, die r Benennung des *Problems der drei Körper* be- . Dieselben Gleichungen enthalten nämlich auch die g eines jeden unserer Hauptplaneten, z. B. Jupiters, Sonne, wie diese durch jeden andern Planeten, z. B. turn, gestört wird. In diesem Falle gehören nämlich en x, y, z und r, die ihren Anfang im Mittelpuncte e haben, für Jupiter und die analogen Gröfsen x', y', denselben Anfangspunct haben, für Saturn, wo dann ıd m' die Masse der Sonne und die Masse Jupiters rns bezeichnen. Seit Newton, der zuerst jene drei ialgleichungen aufgestellt hat, bis auf unsere Tage, e vorzüglichsten Geometer ihre Kräfte daran versucht, mufsten sich alle damit begnügen, eine blofs genä- flösung gefunden zu haben, und selbst diese würde gut als unmöglich gewesen seyn, wenn ihnen nicht ındere Einrichtung unseres Planetensystems gleichsam entgegen gekommen wäre. Diese Einrichtung be-

Digitized by Google

steht darin, dafs erstens die Excentricitäten aller Planeten u Satellitenbahnen gegen die halben Axen dieser Bahnen s klein sind, dafs zweitens die Neigungen dieser Bahnen e einander im Allgemeinen nur wenige Grade betragen, und endlich drittens der störende Körper, wie hier die Sonne, gen den Hauptkörper, die Erde, um welchen letzten sich gestörte, hier der Mond, bewegt, nur solche Wirkungen den Mond äufsert, die gegen die Wirkungen des Haup pers der Erde sehr gering zu achten sind. So beträgt für Mond die Excentricität seiner Bahn, nach dem Vorherge den, nur 0,0548 der Halbaxe dieser Bahn; die Neigung Bahn gegen die Bahn der Erde ist nur $5^{\circ}\ 9'$ und die S endlich ist zwar in Beziehung auf ihre Masse gegen die Erde ungeheuer grofs zu nennen, da man nach dem Vo gehenden hat

$$\frac{\text{Masse der Sonne}}{\text{Masse der Erde}} = \frac{1}{70(0{,}000000\ 042713)} = 334430,$$

aber dafür ist wieder die mittlere Entfernung der Sonn dem Monde (20658000 geogr. Meilen) gegen die der von dem Monde (51300 Meilen) so viel gröfser, dafs da die Wirkung der Sonne auf den Mond ungemein gesch wird. Wir werden unten sehn, dafs die Schwere des des gegen die Erde durch die störende Einwirkung der S nur um ihren 360sten Theil verändert wird. Indefs sind diese Störungen noch immer so grofs (viel gröfser als d rungen, welche die Hauptplaneten unter sich selbst h bringen), dafs das Problem der drei Körper, an sich schon schwierig genug, besonders bei dem Monde mit züglich vielen Hindernissen verbunden ist.

Um indefs den Lesern zu zeigen, von welchem Ge che und von welcher Wichtigkeit zugleich die erwähnte tegrale jener drei Gleichungen für die Theorie des M und durch sie für die Schifffahrt und die mathematische graphie seyn würden, so wollen wir bemerken, dafs die G x', y', z', also auch $r' = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}$, die den Sonne gegen den der Erde ausdrücken, für jede gegebene vermöge der bereits bekannten Theorie der Bewegung Sonne oder eigentlich der Erde, ebenfalls als bekannt nommen werden können und dafs daher die Integrale

eichungen eigentlich nur die vier unbekannten Gröſsen
z und t enthalten, so daſs man daher aus diesen drei
en drei andere Gleichungen ableiten wird,

$$x = f(t), \quad y = f'(t), \quad z = f''(t),$$

ede eine der drei Gröſsen x, y und z als Function
t giebt. Da aber diese drei Gröſsen die Lage des
gegen die Erde ausdrücken, so wird man also, mit
er drei letzten Gleichungen, den wahren Ort des Mon-
Weltraume für jede gegebene Zeit erhalten. Wenn
nn aus denselben drei Gleichungen die Gröſse t elimi-
o erhält man zwei Gleichungen bloſs zwischen den
x, y und z, und diese zwei Gleichungen werden die
ngen der Curve von doppelter Krümmung seyn, die
n Monde während seiner Bewegung um die Erde be-
n wird. Allein wir sind, wie gesagt, noch unendlich
von entfernt, jene drei Gleichungen aufstellen zu kön-
d wenn wir einmal dahin gelangen sollten, so wird
h höchst wahrscheinlich die wahre Natur der krum-
nie der Mondbahn immer ein undurchdringliches Ge-
i bleiben. Bei diesem Zustande der Dinge begnügte
WTON, der sich zuerst mit der Auflösung dieses schwe-
blems beschäftigte, damit, wenigstens die gröſsten Stö-
des Monds von der Sonne oder die vorzüglichsten Un-
iten zu bestimmen, welchen die Bewegung des Mondes
rfen ist. Einige derselben, die beträchtlichsten, waren,
ens ihrer Existenz nach, schon lange vorher bekannt,
sie unmittelbar durch Beobachtungen gefunden hatte.
re Gründe waren noch zu suchen, und dieses war das,
wton durch eine sehr geschickte und scharfsinnige Be-
g jener Gleichungen geleistet hat.

ir wollen die Resultate dieser Untersuchungen hier kurz
[1]. Zuerst suchte er die Einwirkung der Sonne auf
regung des Monds um die Erde im Allgemeinen zu
en. Er fand, daſs die Störung der Sonne die Schwere
nds gegen die Erde, wie bereits gesagt worden ist, um
Osten Theil vermindert, daſs also auch dadurch die mitt-
tfernung des Monds von der Erde um denselben Theil

[1] Wegen der Gründe vergl. LITTROW's theoretische und prakti-
ronomie. Wien 1827. Th. III. S. 376.

Digitized by Google

vergröfsert oder dafs die Mondbahn selbst dadurch vergr
oder *erweitert* wird. Eine nähere Ansicht dieses Gegen
des zeigte ihm, dafs diese gegen die Erde gerichtete Sch
oder Normalkraft des Mondes wegen der erwähnten
durch die Sonne sich am meisten von der reinen ell
Normalkraft entfernt, dafs also auch die ursprünglich
sche Mondbahn die gröfste Aenderung ihrer Gestalt
wenn die Apsiden (d. h. die grofse Axe der Bahn)
Syzygien zusammenfallen, und umgekehrt die kleinste
derung, wenn die Apsiden mit den Quadraturen
fallen. Diese Bemerkung gab ihm, zugleich die Ursa
jährlichen Gleichung des Mondes, von welcher wir
den werden.

So wie die Normalkraft des Mondes, die in der
der geraden Linie liegt, welche dieses Gestirn mit dem
telpuncte der Erde verbindet, durch die Einwirkung der
gestört wird, so wird auch die Tangentialkraft des
die in der Richtung der Tangente seiner Bahn liegt,
selben Ursache Veränderungen erleiden. Jene, die
kraft, wirkt blofs auf die Entfernung des Monds von der
ohne die Geschwindigkeit seiner Bewegung zu ändern;
Tangentialkraft aber ändert blofs die Geschwindigkeit,
auf die Entfernung des Monds einen Einfluſs ausznüben
die Störung der Sonne wird die Geschwindigkeit des
beschleunigt vom ersten Viertel bis zum Vollmond und
letzten Viertel bis zum Neumond, während im Gegen
diese Geschwindigkeit verzögert wird vom Neumond
zum ersten Viertel und vom Vollmond bis zum letzten
tel. Daraus folgt, dafs die Geschwindigkeit des M
in den Syzygien ein Gröfstes und in den Quad
ein Kleinstes ist oder dafs die stündliche Bewegung
Monds durch die Wirkung der Sonne von den Qua
zu den Syzygien wächst und von den Syzygien zu den
draturen abnimmt. Der Mond fängt daher immer in
Syzygien an, sich von der Erde mehr zu entfernen, als
der reinen ungestörten Ellipse thun würde, während
Gegentheile, so oft er in die Quadraturen kommt, sich
Erde wieder zu nähern anfängt.

Eine weitere Entwickelung der drei oben mitg
Gleichungen, besonders der letzten, zeigte ihm den

Digitized by Google

elchem die Knoten der Mondbahn in der Ekliptik in immerwährenden Bewegung von Ost gen West begriffen und zugleich die tägliche Bewegung derselben von 0° 3′ ehr nahe mit den Beobachtungen übereinstimmend. Eben- id sich die tägliche Bewegung des Perigeums der Mond- gleich 0° 6′ 40″, während die Neigung dieser Bahn ge- ie Ekliptik und die Excentricität derselben blofsen, in n Zeiten wiederkehrenden, geringen Variationen unter- n sind und daher als constant angesehn werden können, benfalls mit den Beobachtungen vollkommen überein- t. Endlich fanden sich noch aus jenen drei Gleichungen grofse Störungen, von welchen die eine auf 2370 und die sogar auf 4590 Secunden gehn konnte, die wir sogleich betrachten wollen.

us dem Vorhergehenden kann man leicht folgende Schlüsse en. Wenn die Apsiden der Mondbahn mit den Quadra- zusammenfallen, so wird dadurch die Schwere des s gegen die Erde oder die Normalkraft der Erde vermehrt. o dann der Mond in seinem Perigeum, so wird er sich r zunächst folgenden Zeit weniger von der Erde entfer- als er in der reinen Ellipse gethan hätte, oder seine gröfste z in dem nächsten Apogeum wird kleiner seyn, als seine lliptische Distanz, d. h. mit andern Worten: die Bahn londs wird eine kleinere Excentricität erhalten. Dasselbe auch offenbar der Fall seyn, wenn zu jener Zeit der atur der Mond in seinem Apogeum ist. Wenn aber die en nicht mit den Quadraturen, sondern mit den Syzygien men fallen, so wird dadurch die Schwere der Erde ge- len Mond vermindert, und die Folge davon ist, dafs die atricität der Mondbahn in diesem Falle wenigstens schein- ergröfsert wird. Daraus folgt, dafs die Länge des Monds Ungleichheit hat, deren Form

$$A \sin.(2a - m)$$

wo a die mittlere Länge des Monds weniger der mittle- Länge der Sonne und wo m die mittlere Anomalie des ls bezeichnet. In den Syzygien ist $a = 0$ oder $180°$, also Störung gleich $-A \sin. m$, ganz ähnlich mit dem ersten e der Mittelpunctsgleichung[1], nur mit verkehrtem Zeichen.

---

1. Art. *Anomalie*. Bd. I. S. 295.

Digitized by Google

Die Griechen vor PTOLEMÄUS beobachteten den Mond nur zur Zeit der Finsternisse, also nur in seinen Syzygien, fanden daher das erste Glied dieser Mittelpunctsgleichung, d. h. die Excentricität der Mondbahn zu klein. PTOLEMÄUS fing an, den Mond auch zur Zeit der Quadraturen zu beobachten, wo $a = 90$ oder $270°$ ist und wo ihm daher diese Störung von der Form $+ A \sin. m$ erschien, unter welcher sie daher in der Mittelpunctsgleichung und also auch die Excentricität der Bahn ebensoviel zu grofs gab. Er schlofs daraus, dafs die Excentricität der Mondbahn veränderlich sey, was, wie wir nun sehn, unrichtig ist. Nachdem einmal die Existenz dieser Störung bekannt war, konnte man ihren gröfsten Werth A leicht durch Beobachtungen bestimmen und fand ihn gleich 4590 Secunden, so dafs also diese Störung, welche man die *Evection* nennt, durch $+ 4590 \sin. (2a - m)$ ausgedrückt wird, welche Gleichung man zu der elliptischen Länge des Mondes mit ihrem Zeichen hinzusetzen mufs, um die wahre Länge desselben zu erhalten.

Seit dieser schon von PTOLEMÄUS entdeckten, aber schon unrichtig erklärten Störung des Mondes wurde erst 1500 Jahre später wieder eine oder eigentlich zwei neue gröfse Ungleichheiten des Mondes von TYCHO DE BRAHE aufgefunden. Dieser eifrige und genaue Beobachter fand, dafs die Bewegung des Mondes in seiner Bahn eine periodische Ungleichheit zeige, die zur Zeit des Neu- und Vollmonds sowie auch zur Zeit der beiden Quadraturen regelmäfsig verschwindet, und die immer ihren gröfsten positiven oder negativen Werth hatte, wenn die oben bezeichnete Gröfse 45, 135, 225 oder 315 Grade betrug. Er sah daraus, dafs diese Störung die Form $B \sin. 2a$ haben müsse, und bestimmte ihren gröfsten Werth B zu 39 Minuten. Diese Ungleichheit wurde die *Variation* genannt. Wir haben oben gesehn, dafs die Geschwindigkeit des Monds in seiner Bahn bei den Syzygien die gröfste und bei den Quadraturen die kleinste, dafs sie also in den sogenannten Octanten ihren mittlern Werth habe. Dieser Zuwachs der Geschwindigkeit mufs also die Form

$$C \cos. 2a$$

haben. Setzt man daher den durch diese Geschwindigkeit in einer gegebenen Zeit dt zurückgelegten Raum gleich ds, so ist

$$\frac{ds}{dt} = C \operatorname{Cos.} 2a.$$

er die Gröfse a sich ebenfalls gleichmäfsig mit der Zeit , so kann man $dt = C'.da$ setzen, wo C' so wie C onstante Gröfse bezeichnet. Wir haben daher

$$ds = C.C'.da \operatorname{Cos.} 2a$$

avon ist das Integral

$$s = \frac{C.C'}{2}. \operatorname{Sin.} 2a \text{ oder } s = B \operatorname{Sin.} 2a.$$

den Beobachtungen ist $B = 39$ Minuten, so dafs man für die Variation hat

$$+2340'' \operatorname{Sin.} 2a.$$

h bemerkte Tycho noch eine andere beträchtliche Unıeit des Monds, indem er die in verschiedenen Jahresangestellten Beobachtungen unter einander verglich. Er ämlich die Länge des Monds immer kleiner, als sie der e gemäfs seyn sollte, während der sechs Monate, die nne gebraucht, um von der Erdnähe in die Erdferne nmen, während sie die andere Hälfte des Jahres im Geile wieder zu grofs war. Der gröfste Werth dieser Unıeit stieg auf 670 Secunden, und zwar zu der Zeit, wo nne ihre mittleren Entfernungen von der Erde hat, ıd sie in denjenigen zwei Epochen völlig verschwand, e Sonne ihren gröfsten oder kleinsten Abstand von der hatte. Tycho schlofs daraus, dafs diese Ungleichheit rm $D \operatorname{Sin.} m'$ haben müsse, wo m' die mittlere Anomaı Sonne bezeichnet, und er nannte sie die *jährliche ung* (*Aequatio annua*), weil ihre Periode genau mit inge eines Sonnenjahrs zusammen fällt. Diese Gleiist eine einfache Folge der oben erwähnten Verminder Normalkraft der Erde, die durch die Einwirkung der erzeugt wird.

u diesen drei Störungen des Monds durch die Sonne man nun noch die Gleichung des Mittelpuncts setzen ı, um diejenige Ungleichheit seiner Bewegung anszun, die daher kommt, dafs der Mond sich nicht in eireise, sondern dafs er sich in einer Ellipse bewegt. haben bereits oben die Excentricität dieser Ellipse

Digitized by Google

der Tafeln von Damoiseau[1] zur Uebersicht mitzutheilen, ist hier alle diejenigen angeführt, deren gröfster Werth nicht unter einer halben Minute ist.

Behält man die oben angeführte Bedeutung der Gröfsen l, m, l′, m′ bei und setzt man der Kürze wegen a = l − l′ und b = l − k, so ist

die *wahre Länge* des Monds

= l + 22640″ Sin. m + 769 Sin. 2 m + 37 Sin. 3 m
− 122 Sin. a + 2370 Sin. 2 a − 674 Sin. m′
− 412 Sin. 2 b + 212 Sin. 2 (a − m)
+ 39 Sin. (4 a − m)
+ 192 Sin. (2 a + m) − 109 Sin. (m + m′)
+ 148 Sin. (m − m′)
+ 166 Sin. (2 a − m′) + 207 Sin. (2 a − m′ −
− 45 Sin. (2 b + m)
− 39 Sin. (2 b − m) + 55 Sin. 2 (a −
+ 4590 Sin. (2 a −

Man sieht, dafs von diesen Gliedern die ersten drei die erwähnte Gleichung der Bahn, das fünfte Glied die Va das sechste die jährliche Gleichung und das letzte die Ev ist, dafs es aber, aufser den genannten und selbst auf in dieser Tafel angeführten, noch eine grofse Menge von rungen giebt, die man bei dem heutigen verbesserten stande der beobachtenden Astronomie nicht mehr vern sigen kann.

Aufser diesen Störungen der Länge erleidet auch di fernung des Monds von der Erde oder, was dasselbe ist, Parallaxe bedeutende Störungen, die ebenfalls aus jen allgemeinen Differentialgleichungen fliefsen und von w die vorzüglichsten folgende sind. Die *Horizontalpa* des Monds für den Aequator ist, nach Damoiseau's Ta wie schon oben erwähnt worden ist, gleich

3454″ + 186 Cos. m + 10 Cos. 2 m + 28 Cos. 2 a + 34 Cos. (2

wenn die Störungen unter 10″ als zu gering weg werden.

Endlich setze man zu jeder der drei Gröfsen m, a b die so eben angeführten Störungen der Länge und

---

1 Herausgekommen zu Paris 1824.

verbesserten Gröfsen μ, α und β. Dieses vorausgehält man für die *Breite* des Monds den Ausdruck

Sin.β + 13 Sin. 3β + 528 Sin. (2α − β) − 14 Sin. (μ − β)
Sin. (2μ − β) − 16 Sin. (2α − β − μ) + 24 Sin. (β + m′)
Sin. (β − m′) + 22 Sin. (2α − b − m′) − 10 Sin. (2α − β − m′).

liese drei Ausdrücke wird nun innerhalb der bezeichrenzen die wahre Länge bis 30″, die Parallaxe und te aber bis 10″ genau dargestellt.

nn man den Ausdruck irgend einer Störung der Lännach dem Vorhergehenden im Allgemeinen die Form hat, kennt, so ist es leicht, die *Periode* zu bestimwelcher die von dieser Störung kommenden Veränder Länge eingeschlossen sind. Für die jährliche g z. B. ist α gleich der Anomalie der Sonne, die Peser Gleichung ist also gleich der Zeit, in welcher sich ıalie der Sonne um 360 Grad ändert, also gleich dem ischen Sonnenjahre. Für die Variation ist $\alpha = 2(1 - 1')$. e Länge l des Monds ändert sich in einem Tage um ınd die Länge l′ der Sonne um 0,980, also ändert − l′) in einem Tage um 12°,196 und daher um volle 14,76 Tagen, so dafs daher die Periode der Variation age oder die Hälfte des synodischen Monats beträgt. st für die Evection $\alpha = 2(1 - 1') - m$, und da die Veränderung von $2(1 - 1')$ gleich 12,196 und die von ern Anomalie m des Monds gleich 13,065 ist, so ist he Aenderung von $2(1 - 1') - m$ gleich 11,327 und Periode der Evection $\frac{360}{11{,}327} = 31{,}78$ Tage.

diese Weise kann man also sehr leicht die Periode en dieser Störungen finden, wenn man nur die täglideruugen des Arguments α dieser Störung kennt. Alebt, wie die Theorie zeigt, mehrere Störungen des in welchen die täglichen Aenderungen des Arguments sind, deren Periode also sehr grofs seyn mufs, und Störungen meistens nur klein sind, so ist es unmögDaseyn blofs durch die Beobachtungen zu entdecken. e uns nun auch durch die Theorie nicht angezeigt so wäre man gezwungen, die mittlere Bewegung des lie doch sonst bei allen Himmelskörpern constant ist,

Digitized by Google

als veränderlich anzusehn. Dieses war in der That der mit mehrern solchen Störungsgleichungen der Länge, deren Periode 200 und selbst noch mehr Jahre beträgt und die her, so lange ihre Existenz ungewifs blieb, jeder wahren Vervollkommnung der Mondstafeln sich hindernd entgegensetzen mufsten.

G. Acceleration der mittleren Bewegung des Mondes.

Obschon die ersten Geometer des verflossenen Jahrhunderts, und unter ihnen besonders Laplace, alle diese Störungen des Monds durch die Gewalt ihrer Analyse gefunden zu haben glaubten, so fand sich doch noch immer eine sehr sonderbare und nicht zu erklärende Erscheinung in der Bewegung dieses Himmelskörpers. Ptolemäus hat in seinem Almagest mehrere Beobachtungen von Finsternissen, welche die Chaldäer um das Jahr 720 vor Christus angestellt haben. Andere Finsternisse hat er selbst, um das Jahr 130 nach Chr. Geb. beobachtet. In einem von der Bibliothek zu Leiden verwahrten arabischen Manuscripte des Astronomen Ebn-Junis, das uns Coussin übersetzte, finden sich Finsternisse, welche dieser Araber zu Kairo am Ende des zehnten Jahrhunderts beobachtet hatte. Endlich finden sich noch ähnliche Beobachtungen in Menge von Tycho de Brahe, von Hevel, Halley u. A. im 17. und von Brahe und den neueren Astronomen im 18. Jahrhundert. Aus allen solchen, in der Zeit sehr von einander entfernten Beobachtungen läfst sich die Umlaufszeit des Monds sehr einfach mit grofser Sicherheit ableiten. Allein wenn man die alten Beobachtungen unter einander verglich, so fand man eine gröfsere Umlaufszeit, als aus der Vergleichung der neueren Beobachtungen hervorging. Halley war der erste, der diese Sonderbarkeit bemerkte, und sie fand sich später, so sehr man sich auch gegen eine solche Erscheinung sträubte, vollkommen bestätigt. Demnach mufste man annehmen, dafs die Umlaufszeit des Monds mit den kommenden Jahrhunderten immer kleiner werde, oder mit andern Worten, dafs die mittlere Bewegung des Monds sich mit der Zeit *beschleunige*. Die Beobachtungen geben das Resultat, dafs diese Beschleu-

Digitized by Google

lern Geschwindigkeit in jedem Jahrhunderte fast 20 Se-
also in t Jahrhunderten 20 t Secunden betrage. Be-
man also durch ds den Bogen, welchen der Mond
eit dt mit jener Geschwindigkeit 20″ t zurücklegt, so
, da das Product der Geschwindigkeit in die Zeit
em zurückgelegten Raume ist,

$$ds = 20'' t . dt,$$

, wenn man integrirt,

$$s = 10'' t^2,$$

Anzahl der Jahrhunderte nach 1800 bezeichnet.
e Gleichung ist so zu verstehn. Wenn man für den
les 19. Jahrhunderts oder für die Epoche des Jahrs
mittlere Länge des Monds, nach dem Vorhergehenden,
)1189 und die mittlere tropische Revolution desselben
1582 Tagen bestimmt hat, so wird man daraus auf
nte Weise die mittlere Länge dieses Gestirns für jede
gebene Zeit durch eine sehr einfache Rechnung ab-
Allein diese Rechnung wird desto fehlerhafter seyn,
die gegebene Zeit von jener Epoche entfernt ist.
n l die durch diese Rechnung erhaltene Länge des
o wird die corrigirte Länge des Mondes seyn

$$l' = l + 10''.t^2,$$

Anzahl der seit jener Epoche verflossenen Jahrhun-
Für das Jahr 1850 z. B. ist $t = +\frac{1}{2}$, also auch die
nge des mittlern Monds $l' = l + \frac{10''}{4} = l + 2'',5$. Für
2000 nach Chr. Geb. ist $t = 2$, also auch $l' = l + 40''$.
r 1500 aber ist $t = -3$ und daher $10\,t^2 = 90'' = 1'\,30''$
diese Correction mufs zu der durch jene Rechnung
n Länge l addirt werden, um die corrigirte mittlere
Monds für das Jahr 1500 zu erhalten.

mit der Zeit immer fortgehende Beschleunigung der
Bewegung des Mondes setzte die Astronomen in gro-
enheit, da sie bisher der Ansicht waren, dafs die
ewegungen aller Körper unseres Sonnensystems voll-
nveränderlich sind, eine Ansicht, welche auch bei
ieten durch die Beobachtungen sowohl, als auch
Theorie bestätigt wurde und die daher blofs bei
le eine Ausnahme zu machen schien. Sie bemüh-
nge vergebens, die Ursache dieser auffallenden Er-

Digitized by Google

scheinung aufzufinden. Sie suchten dieselbe in der Anziehung der Planeten auf den Mond, in der nicht vollkommen kugelförmigen Gestalt des Monds und der Erde, in der Einwirkung der Kometen, in dem Widerstande des Aethers, in welchem sich die Himmelskörper bewegen sollten, in der allmäligen Fortpflanzung der Schwerkraft von einem dieser Körper zu dem andern u. s. w., aber alle diese Versuche führten zu keinem gewünschten Erfolge.

Wir haben bereits oben gesagt, dafs durch die Wirkung der Sonne die Schwere des Monds gegen die Erde um ihren 360sten Theil vermindert werde. Um die Ursache davon einzusehn, sey S die Sonne, T die Erde und L der Mond in seiner Bahn LM. Man setze die Entfernungen $ST = R$, $TL = r$ und $SL = \varrho$ und bezeichne die Masse der Sonne durch S, die der Erde durch T. Nach dem Gesetze der allgemeinen Schwere ist die Kraft, welche die Sonne auf den Mond ausübt, gleich $\frac{S}{\varrho^2}$ nach der Richtung SL, und die Kraft, mit welcher die Erde nach der Richtung TL auf den Mond wirkt, ist gleich $\frac{T}{r^2}$. Diese beiden Kräfte sind es, welche die Bahn des Mondes und seine Geschwindigkeit in derselben bestimmen. Die erste oder die Kraft der Sonne läfst sich nach dem bekannten Verfahren in zwei andere zerlegen, von welchen die eine $\frac{Sr}{\varrho^3}$ nach LT und die andere $\frac{SR}{\varrho^3}$ nach TS oder nach der mit TS parallelen Lt gerichtet ist. Diese letzte fällt also mit der Kraft $\frac{S}{R^2}$, welche die Sonne auf die Erde ausübt, zusammen, und sie würde daher, wenn sie dieser Kraft $\frac{S}{R^2}$ vollkommen gleich wäre, den Mond ganz ebenso anziehn, als die Erde, also auch die Bahn des Mondes nicht weiter ändern, sondern blofs beide Körper gemeinschaftlich und auf dieselbe Weise um die Sonne führen. Die Bahn des Mondes und die Bewegung des Mondes in dieser Bahn kann also nur dadurch gestört werden, dafs diese beiden letzten Kräfte $\frac{SR}{\varrho^3}$ und $\frac{S}{R^2}$ unter sich verschieden sind, also nur durch die Differenz dieser

Fig. 330.

te, d. h. durch die Kraft $\frac{SR}{\varrho^3} - \frac{S}{R^2}$, die wir P nennen
en.

Da die Richtung dieser Kraft TS ist, so wollen wir sie
h die kleine Linie Ts vorstellen und durch ihren End-
t s die Linie ss′ senkrecht auf TL ziehn. Dann läfst
aber diese Kraft P wieder in zwei andere

$$Ts' = P\,Cos.\,ATL \text{ nach } TL \text{ und}$$
$$ss' = P.Sin.\,ATL \text{ senkrecht auf } TL$$

gen. Sammelt man das Vorhergehende und bemerkt man,
der Winkel STL gleich der Länge des Monds weniger
ler Sonne ist, welchen Winkel wir oben durch a bezeich-
aben, so erhält man folgende auf den Mond wirkende
e: erstens diejenigen, welche in der Richtung von TL
n, deren Summe man die *Centralkraft* N, und zwei-
diejenigen, welche in der auf TL senkrechten Richtung,
n der Richtung der Tangente der Mondbahn wirken und
an daher die *Tangentialkraft* M nennen kann. Es ist
ch

$$\text{die Centralkraft } N = \frac{T}{r^2} + \frac{Sr}{\varrho^3} - P\,Cos.\,a$$

lie Tangentialkraft

$$M = -P\,Sin.\,a.$$

chten wir zu unserem gegenwärtigen Zwecke die Central-
N etwas näher. Der erste Theil $\frac{T}{r^2}$ derselben kommt blofs
ler Erde und durch sie ist es eigentlich, dafs der Mond
elliptische Bahn um die Erde beschreibt. Da wir aber
ur die von der Sonne kommenden *Störungen* der ellip-
n Bewegung des Mondes untersuchen wollen, so bleiben
s nur die beiden andern Theile jener Centralkraft übrig
wir haben blofs die Kraft

$$N = \frac{Sr}{\varrho^3} - P\,Cos.\,a$$

trachten. Für die Zeit der Neu- und Vollmonde ist
oder 180° und $\varrho = R - r$ oder $\varrho = R + r$, also hat man
ide Fälle zugleich

$$N = \frac{Sr}{\varrho^3} + \left[\frac{SR}{\varrho^3} - \frac{S}{R^2}\right]$$

Digitized by Google

$$N = \frac{Sr}{(R \mp r)^3} \mp \left[\frac{SR}{(R \mp r)^3} - \frac{S}{R^2}\right],$$

wo das obere Zeichen für Neumonde, das untere aber für Vollmonde gehört. Entwickelt man die Nenner dieses Ausdrucks und bemerkt man, dafs r gegen R sehr klein ist, so hat man, wenn man die zweiten und höhern Potenzen von $\frac{r}{R}$ vernachlässigt,

$$N = \frac{Sr}{R^3}\left(1 \pm \frac{3r}{R}\right) \mp \frac{SR}{R^3}\left(1 \pm \frac{3r}{R}\right) \pm \frac{S}{R^2},$$

das heifst, man hat für beide Fälle

$$N = -\frac{2Sr}{R^3},$$

für die beiden Quadranten aber, wo $a = 90°$ oder $270°$ und $\varrho = R$ ist, hat man ebenso

$$N = +\frac{Sr}{R^3}.$$

Daraus folgt demnach, dafs die Centralkraft der Erde durch die Wirkung der Sonne in den Quadraturen um die Gröfse $\frac{Sr}{R^3}$ vermehrt, in den Neu- und Vollmonden aber um das Doppelte dieser Gröfse vermindert wird. Die Centralkraft der Erde ist aber $\frac{T}{r^2}$ oder gleich T, wenn man die Entfernung des Monds von der Erde als die Einheit der Entfernung betrachtet. Nimmt man ebenso die Masse der Erde als Einheit der Massen an, so ist $T = 1$ und $S = 330000$ und endlich $R = 392\,r = 392$, also auch

$$N = \frac{Sr}{R^3} = 0{,}00547 = \frac{1}{180}$$

oder die elliptische Bewegung des Monds wird durch die Störung der Sonne in den Quadraturen um ihren 180sten Theil vermehrt und zur Zeit der Neu- und Vollmonde um das Doppelte oder um ihren 90sten Theil vermindert. Demnach wird die Centralkraft der Erde, also auch die elliptische Bewegung oder die Winkelgeschwindigkeit des Monds im Ganzen mehr vermindert als vermehrt oder diese Winkelgeschwindigkeit wird im Allgemeinen um die Gröfse $\frac{Sr}{2R^3}$, das heifst, um den 360sten Theil vermindert, wie wir oben gesagt haben.

les kommt nun darauf an, zu untersuchen, ob diese $\frac{Sr}{2R^3}$ für alle Folgezeiten eine constante oder eine ver-
he Gröfse ist. Ist sie constant oder wird die Win-
iwindigkeit des Mondes durch die Störung der Sonne
Jahrhunderten nur um dieselbe Gröfse vermindert, so
:h diese Verminderung mit der elliptischen Umlaufszeit
nds um die Erde vermischen und diese Umlaufszeit
durch zwar etwas gröfser werden, aber dessen unge-
iit der Folge der Jahrhunderte immer dieselbe gröfsere
zeit bleiben, und die Erklärung jener erwähnten räth-
ı Erscheinung kann daher in der Wirkung der Sonne
Erde nicht gefunden werden. Ganz anders aber wird
se Sache verhalten, wenn diese Gröfse $\frac{Sr}{2R^3}$ mit der
›st sich allmälig ändern sollte.
ınt man m die mittlere Anomalie der Erde und ε das
iifs der Excentricität der Erdbahn zu der halben gro-
ı a derselben, so hat man bekanntlich

$$\frac{R}{a} = 1 - \varepsilon \,\mathrm{Cos.}\, m + \varepsilon^2 \,\mathrm{Sin.}^2 m - \ldots.$$

er auch

$$\frac{1}{R^3} = 1 + \frac{3\varepsilon^2}{2} + 3\varepsilon \,\mathrm{Cos.}\, m + \tfrac{9}{2}\varepsilon^2 \,\mathrm{Cos.}\, 2m + \ldots$$

nun die Gröfse $\frac{1}{R^3}$ von dem Winkel m abhängt und
›n 0 bis zu 360 Graden sich ändert, so ist $\frac{1}{R^3}$ und sonach
sere Gröfse $\frac{Sr}{2R^3}$ allerdings eine veränderliche Gröfse.
a der Winkel m alle seine Werthe von 0 bis 360° in
nomalistischen Erdenjahre durchläuft, so stellen sich
nderungen der Gröfse $\frac{Sr}{2R^3}$ mit jedem Jahre periodisch
her, und aus ihnen läfst sich daher die oben erwähnte
ıung nicht erklären, da wir eigentlich nur solche Ver-
gen der Gröfse $\frac{Sr}{2R^3}$ auffinden sollten, die entweder
Zeit ununterbrochen fortgehn, oder die doch, wenn
rieder periodisch seyn sollten, erst nach vielen Jahr-

Digitized by Google

hunderten wieder zu ihren frühern Werthen zurückkehren, weil sich nämlich sonst die erwähnte Acceleration der mittleren Bewegung des Mondes, die schon seit dem Jahre 7[illegible] vor Chr. Geb., also über 2500 Jahre, der Beobachtung gemäfs, statt hat, wieder nicht erklären lassen würde.

Es ist daher nur noch zu untersuchen, ob der nicht periodische Ausdruck $1 + \frac{3\varepsilon^2}{2}$ der vorhergehenden Reihe eine constante oder aber eine veränderliche Gröfse ist. Es ist aber bekannt und die Theorie der Bewegung der himmlischen Körper hat es aufser Zweifel gesetzt, dafs die Excentricität der Erdbahn, so wie überhaupt die aller Planetenbahnen, eine veränderliche Gröfse ist. Nach dieser Theorie ist die Excentricität der Erdbahn

$$\varepsilon = 0{,}016794 - 0{,}00004163\,t,$$

wo t die Anzahl der Jahrhunderte nach dem Jahre 1801 ist. Vor dieser Epoche ist t negativ. Diese Excentricität nimmt also mit der Folge der Zeiten ab, also wird auch die Gröfse $\frac{3\varepsilon^2}{2}$, so wie die Gröfse $\frac{Sr}{2R^3}$ mit der Zeit kleiner oder die mittlere Geschwindigkeit des Monds, von welcher $\frac{Sr}{2R^3}$ die Verminderung ausdrückt, wird mit der Zeit weniger vermindert, d. h. vermehrt werden, und dieses stimmt allerdings mit der oben erwähnten Erscheinung überein, nach welcher die Umlaufszeit des Monds mit der Zeit immer kürzer werden soll. Es ist nur noch übrig, zu sehn, ob diese aus der gegebenen Veränderung von ε folgende Verminderung der Gröfse $\frac{Sr}{2R^3}$ mit der beobachteten Beschleunigung übereinstimmt.

Um dieses zu untersuchen, hat man für das Quadrat jener Abnahme der Excentricität in t Jahrhunderten $x = 0{,}0000013984\,t$, und wenn diese Abnahme in der That die Ursache der Beschleunigung der mittlern Bewegung des Monds seyn soll, so wird die Beschleunigung der mittlern Geschwindigkeit c des Monds in t Jahrhunderten $c = \frac{1}{2}x \cdot \frac{M}{180}$, wo M die mittlere siderische Bewegung des Monds in 100 Julianischen Jahren oder in 36525 Tagen bezeichnet. Nach den Mondtafeln ist aber M = 1732550

n und daher $c = 20{,}3t$. Bezeichnet man also durch Bogen, welchen der Mond in der Zeit dt mit jener indigkeit c zurücklegt, so hat man

$$ds = c\,dt = 20{,}3\,t\,dt,$$

h

$$s = \frac{20{,}3}{2}\,t^2 \text{ oder } s = 10'',15\,t^2,$$

ie mit der oben durch Beobachtungen gefundenen Ac- n der Bewegung des Monds übereinstimmend, so dafs ein weiterer Zweifel seyn kann, dafs die wahre Ursa- er Acceleration in der Abnahme der Excentricität der liege.

nn man die Rechnung genauer führt, so findet man e Säcularbewegung des Monds

$$10'',3\,t^2 + 0'',0142\,t^3.$$

Theorie zeigte zugleich, dafs auch die Bewegung der und der Apsiden einer solchen Säculargleichung un- n sind. Wir haben bereits oben die siderischen Um- en dieser beiden Linien so angegeben, wie sie für den dieses Jahrhunderts statt haben. Beide hatte schon t und nach ihm noch mit mehr Sorgfalt Clairaut aber es war sonderbar, dafs diese zwei grofsen Geo- war die Bewegung der Knoten genau so grofs, aber Apsiden beinahe um die Hälfte kleiner gefunden hat- sie aus den Beobachtungen angegeben wurde. Clai- laubte seiner Sache so gewifs zu seyn, dafs er, um wegung der Apsiden genau darzustellen, sogar das wton aufgestellte Gesetz der allgemeinen Schwere än- d dem Ausdruck $\frac{m}{r^2}$ noch einen zweiten hinzufügen welcher erst in kleinern Entfernungen der anziehen- per für uns merkbare Wirkungen hervorbringt. Es sich darüber ein Streit zwischen ihm und Büffon, Einfachheit der Naturgesetze aus metaphysischen Grün- recht erhalten wollte. Allein Clairaut fand bei ei- ern Revision seiner Berechnung, dafs er auf einige Glie- it gehörig Rücksicht genommen hatte, und indem er die g mit gröfserer Umsicht wiederholte, fand er auch die mit den Beobachtungen vollkommen übereinstim-

Digitized by Google

Erst Laplace aber, der die wahre Ursache der oben erwähnten Säculargleichung der mittlern Bewegung des Mondes entdeckt hatte, bemerkte zugleich, dafs auch jene Bewegung der Knoten und der Apsiden ähnlichen Säculargleichungen unterworfen ist. Er fand diese Gleichung für

die Knoten $= 7'',6\,t^2 + 0'',0065\,t^3$ und für

die Apsiden $= -30'',9\,t^2 - 0'',0426\,t^3$,

wo wieder t die Anzahl der Jahrhunderte nach 1801 ist. Die erste Gröfse mufs, wie ihr Zeichen sagt, zu der mittlern Länge des Knotens addirt, die zweite aber von der mittlern Länge der Apsiden subtrahirt werden. Da nun die Knoten rückwärts und die Apsiden vorwärts gehn, so sieht man, dafs durch diese zwei Säculargleichungen die Bewegung der Knoten und die der Apsiden verzögert wird, während die Bewegung des Mondes selbst in seiner Bahn, wie wir gesehen haben, beschleunigt wird. Wenn diese drei Säculargleichungen in der That die eben angezeigte Form hätten, so würde z. B. aus der ersten derselben folgen, dafs der Mond mit der Zeit immer schneller um die Erde gehn, sich also auch ihr immer mehr nähern und dafs er endlich auf sie stürzen würde. Allein die angeführten Formen dieser Gleichungen $at^2 + bt^3$ sind nur Abkürzungen von andern, welche sämmtlich aus Gliedern von der Gestalt bestehn

$$A\,\mathrm{Sin.}(B + Ct) \text{ und } A'\,\mathrm{Cos.}(B' + C't)$$

und in welchen die Gröfsen C und C' sehr klein sind, so dafs sie sich, so lange auch t nicht grofs ist, auf die bekannte Weise in jene ersten Gleichungen umwandeln lassen, welche letzten daher nur für eine gewisse Anzahl von Jahrhunderten für richtig gelten können. In der That wird auch die Excentricität der Erdbahn nicht immer abnehmen, wie sie es allerdings schon seit vielen Jahrtausenden gethan hat, sondern sie wird später wieder zu wachsen anfangen, und dann werden auch jene drei Beschleunigungen in eine Verzögerung und umgekehrt übergehn.

Noch ist die Zeit nicht gekommen, wo wir die viele Jahrtausende umfassende Periode dieser Veränderungen und ihre gröfsten und kleinsten Werthe mit Verläfslichkeit zu bestimmen im Stande sind. Dazu ist vorzüglich eine sehr genaue Kenntnifs der Massen aller Planeten erforderlich, und die neuere beobachtende Astronomie ist noch zu jung, um

Massen mit Genauigkeit zu geben, die ältere aber ist zu unvollkommen, um bei so feinen Untersuchungen ge-ht werden zu können. Wenn man einmal nach vielen ausenden die wahren Werthe dieser Säcularbewegungen len Beobachtungen genauer kennen gelernt haben wird, erden diese Kenntnisse selbst das beste Mittel seyn, um s jene Massen der Planeten mit der gröfsten Schärfe zu nmen. Denn es wird einmal, wenn gleich sehr spät, Zeit kommen, wo, blofs in Folge dieser Säcularbewe-en, die mittlere Länge des Monds um volle 9 Grade und änge der Apsiden sogar um 28 Grade von demjenigen te verrückt erscheinen werden, wo sie ohne diese Sä-störungen am Himmel sich befinden müfsten.

Die oben erwähnte Abnahme der Excentricität der Erd-ist ungemein klein, da sie in einem Jahrhunderte nur)04163 beträgt. Durch sie ist die Gleichung des Mittel-ts der Sonne seit den ältesten Beobachtungen, die sich uf unsere Zeiten erhalten haben, d. h. seit den Jahren vor Chr. Geb., noch nicht um volle 8 Minuten verändert en, aber dafür hat dieselbe Ursache in der Länge des ds eine Veränderung von nahe zwei Graden und in der ern *Anomalie* des Monds sogar eine Aenderung von vol-ieben Graden hervorgebracht. Auf diese Weise werden die Variationen der Erdbahn durch die Einwirkung der e von der Mondbahn, wie von einem vergröfsernden lspiegel, wieder zu uns reflectirt. Aehnliche Wirkungen rkt man selbst bei den periodischen Störungen der Erde, ach sie, wenn gleich nicht mehr vergröfsert, von diesem gel der Mondbahn wieder zurückgeworfen werden. So eint die Gleichung des Mittelpuncts der Erde, die nahe Grade beträgt, unter den Störungen des Monds, wo sie nur zwölf Minuten beträgt, also fast auf ihren zehnten il reducirt ist. So bringt die Anziehung des Monds selbst er Länge der Erde eine Störung von nahe 7 Secunden or, und auch diese Störung spiegelt sich wieder in der ge des Monds ab, die dadurch eine Störung von nahe 3 nden erhält. Betrachtet man endlich die sämmtlichen Stö-en, welche die Erde von allen übrigen Planeten erleidet, in ihrem Maximum auf 36 Secunden gehn können, so er-gt diese Störung der Erde in der Bewegung des Monds

Digitized by Google

eine zweite Störung, die gröfser ist, als selbst diejenige, welche der Mond unmittelbar von allen jenen Planeten erleidet. Diese säculare Acceleration der mittlern Länge des Monds zeigt uns zugleich, dafs die Länge des Tags oder die Dauer einer Umwälzung der Erde um ihre Axe seit den ältesten Beobachtungen, die auf uns gekommen sind, immer genau dieselbe geblieben ist[1].

Wenn man die Störungen der *Breite* des Monds genau untersucht, so findet man unter ihnen auch eine von der Form

$$\frac{(\alpha - \frac{1}{2}\beta)}{2(g-1)} \cdot \left(\frac{R}{a}\right)^2 \text{Sin.}2e \,.\, \text{Sin.}\, l,$$

wo l die wahre Länge des Monds, R den Halbmesser der Erde, a die mittlere Entfernung des Monds von der Erde, α die Schiefe der Ekliptik und β das Verhältnifs der Centrifugalkraft der Erde zu ihrer Schwere am Aequator, α die Abplattung der Erde und endlich $(g-1).l$ die jährliche Bewegung der Knoten der Mondbahn bezeichnet. Man hat $\frac{R}{a} = 0{,}01663$, $\beta = \frac{1}{289}$, $e = 23°\,28'$ und $g = 1{,}004$, und demnach erhält man für jene Gleichung

$$\frac{0{,}02513\alpha - 0{,}0000435}{\text{Sin.}\,1''} \,.\, \text{Sin.}\, l.$$

Nach den Beobachtungen findet man aber dieselbe Gleichung

$$6'',5 \text{ Sin.}\, l,$$

woraus sofort, wenn man beide Ausdrücke gleich setzt, für die Abplattung der Erde folgt

$$\alpha = \frac{1}{313},$$

sehr nahe mit derjenigen übereinstimmend, die wir durch Pendelbeobachtungen und unmittelbare Meridianvermessungen der Erde erhalten haben. Wenn die Abplattung der Erde, wie mehrere Astronomen gefunden haben wollten, gleich $\frac{1}{274}$ wäre, so würde jene Störung der Mondbreite gleich

$$14'' \text{ Sin.}\, l$$

seyn, was sich mit den Beobachtungen nicht in Uebereinstimmung bringen läfst.

Eine andere kleine Störung der Länge des Mondes fand LAPLACE gleich

$$\frac{19}{4} \cdot \frac{(\alpha - \frac{1}{2}\beta)}{g-1} \cdot \left(\frac{R}{a}\right)^2 \cdot \gamma \,\text{Sin.}2e \,.\, \text{Sin.}\, \Omega,$$

1 S. Art. *Tag*.

die Länge des aufsteigenden Knotens der Mondbahn
die Tangente der Neigung der Mondbahn gegen die
ik bezeichnet. Es ist aber $\gamma = 18580''$ Sin. 1", und wenn
', g, $\frac{R}{a}$ und e wie zuvor nimmt, so hat man für diese
g

$$4436\ (\alpha - 0{,}00173)\ \text{Sin}\ \Omega.$$

obachtungen aber geben diese Störung gleich $5'',6$ Sin. Ω,
at man, wenn man wieder beide Ausdrücke einander
setzt,

$$\alpha = \frac{1}{335},\ \text{wie zuvor.}$$

man $\alpha = \frac{1}{230}$ nehmen, so würde jene Störung gleich
Sin. Ω, also fast doppelt so grofs seyn, als zuvor, was
n Beobachtungen im Widerspruche steht. Diese Ab-
g $\frac{1}{231}$ hatte bekanntlich Newton durch seine Theorie
len, wobei er aber von der Voraussetzung ausging, dafs
ichtigkeit der Erde in allen ihren Puncten dieselbe sey,
ihr unwahrscheinlich ist, da ohne Zweifel diese Dichte
er Annäherung zum Mittelpuncte der Erde zunimmt.
ieser Ursache stimmt auch die von Newton gefundene
durch seine Autorität lange nach ihm beibehaltene Ab-
g von $\frac{1}{231}$ nicht mit den übrigen Bestimmungen dieser
, die sich im Allgemeinen für eine Abplattung von $\frac{1}{301}$
n runder Zahl für $\frac{1}{300}$ vereinigen.

s ist sehr merkwürdig und interessant, dafs der Mond,
hon seinen frühesten Beobachtern bei Gelegenheit der
insternisse gelehrt hat, dafs unsere Erde im Allgemei-
ie Gestalt einer Kugel hat, nun auch der neueren be-
tenden Astronomie die Abweichung der Erde von dieser
gestalt oder dafs er uns, blofs durch die Beobachtun-
iner Länge und Breite, auch die Abplattung der Erde
n gelehrt hat.

ndlich giebt es noch eine, auch bereits oben mit ange-
Störungsgleichung der Länge des Monds, welche die
hat

$$\frac{6}{23} \cdot \frac{\pi}{\omega\ \text{Sin.}\ 1''}\ \text{Sin.}\ (l' - l),$$

und l die wahre Länge der Sonne und des Monds und

Digitized by Google

π, ω die Horizontalparallaxe der Sonne und des Monds be-
zeichnen. Die Beobachtungen geben diese Gleichung gleich

$$122'' \text{ Sin. } (l' - l)$$

und da, nach dem Vorhergehenden, $\omega = 0^\circ\, 57'\, 34'' = 3454''$ ist,
so hat man

$$\tfrac{6}{25} \cdot \frac{\pi}{3454 \text{ Sin. } 1''} = 122'' \text{ oder } \pi = 8'',5,$$

so daſs daher durch bloſse Beobachtungen des Mondes auch
die Horizontalparallaxe der Sonne, d. h. die Entfernung der
Sonne von der Erde bestimmt werden kann.

H. Bestimmung der Gröſse der Erde durch bloſse Beobachtungen des Monds.

Es ist bekannt, daſs Newton das von ihm entdeckte
Gesetz der allgemeinen Gravitation zuerst dadurch als das
wahre Gesetz der Natur erkannte, weil die Bewegung des
Mondes ganz nach demselben Gesetze vor sich ging, nach
welchem wir die Körper auf der Oberfläche der Erde in ihrem
freien Falle sich bewegen sehn, indem, wie seine darüber an-
gestellten Rechnungen zeigten, die Körper auf der Erdober-
fläche, so wie auch der Mond, von der Erde so angezogen
werden, daſs die Kraft oder die Stärke dieser Anziehung sich
verkehrt wie das Quadrat der Entfernung des angezogenen
Körpers vom Mittelpuncte der Erde verhält. Newton be-
durfte zu dieser Berechnung die Kenntniſs des Halbmessers
der Erde in irgend einem bekannten Maſse, z. B. in Meilen
oder Fuſsen ausgedrückt, und man weiſs, wie lange er mit
der gewünschten Bestätigung seiner Entdeckung hingehalten
wurde, weil er seiner Rechnung eine damals zwar allgemein
angenommene, aber dennoch unrichtige Gröſse des Halbmes-
sers der Erde zum Grunde gelegt hatte.

Indem wir hier kurz dieselben Schlüsse wiederholen, wol-
len wir sie, unserem Zwecke gemäſs, so stellen, daſs man
darin diese Gröſse des Erdhalbmessers als die gesuchte oder
unbekannte Gröſse betrachtet, da wir in unsern Zeiten in der
That nicht mehr nöthig haben, die Existenz des Gesetzes der
Gravitation durch irgend eine neue Erscheinung der Natur zu
beweisen. Nennen wir daher g den Raum, welchen ein Kör-
per auf der Oberfläche der Erde im freien Raume senkrecht

d in der ersten Secunde zurücklegt, sey ferner r der
nesser der Erde, dieselbe hier als eine Kugel vorausge-
und endlich R die Entfernung des Mittelpuncts der Erde
lem des Mondes. Alle diese drei Gröfsen g, r und R
n wir als in Par. Fufs ausgedrückt voraussetzen.

Wenn der Mond, indem er sich um die Erde bewegt, in
That demselben Gesetze, wie jener fallende Körper auf
berfläche der Erde gehorcht, so wird also auch er in
Secunde um einen bestimmten Raum gegen die Erde
. Wir wollen diesen Raum, um welchen der Mond in
Secunde sich der Erde nähert, m nennen und auch diese
m in Par. Fufs ausgedrückt voraussetzen. Endlich wol-
ir noch, wie zuvor, ω die Horizontalparallaxe des Monds
T die siderische Umlaufszeit desselben nennen, so dafs
in. $\omega = \frac{r}{R}$ ist. Dieses vorausgesetzt müssen wir zuerst
röfse m oder den Fall des Mondes gegen die Erde ken-
Da die siderische Umlaufszeit des Mondes $T = 27{,}321661$
ist, so findet man den Winkel α, welchen der Mond
er Zeitsecunde während seiner mittleren Bewegung zu-
gt, durch die Proportion

$$360.60^2 : \alpha = T.24.60^2 : 1$$

nan hat

$$\alpha = \frac{15}{T} = 0'',54901,$$

in Raumsecunden ausgedrückt ist. Kennt man aber
Winkel α, so ist damit auch der Sinus versus desselben
ls bekannt, und da dieser den Fall des Monds gegen
de während einer Zeitsecunde ausdrückt, so hat man

$$m = 2R \operatorname{Sin.}^2 \frac{\alpha}{2}.$$

nach dem erwähnten Gesetze der allgemeinen Schwere
ten sich die Fallhöhen, wie verkehrt die Quadrate der
nungen der fallenden Körper vom Mittelpuncte der auf
rkenden Kraft, d. h. von dem Mittelpuncte der Erde, so
an hat

$$m : g = \frac{1}{R^2} : \frac{1}{r^2},$$

Digitized by Google

oder wenn man den vorhergehenden Werth von m substituirt und $R = \frac{r}{\text{Sin. } \omega}$ setzt,

$$r = 2g \cdot \frac{\omega^3}{\alpha^2} \cdot \text{Sin. } 1'',$$

und dieser letzte Ausdruck giebt den Halbmesser r oder die Gröfse der Erde, wenn die Werthe von g, ω und α bekannt sind. Was nun die Gröfse α betrifft, so kennt man sie, wenn man die Umlaufszeit des Monds kennt, da $\alpha = \frac{15}{T}$ ist. Alle diese Umlaufszeit ist unter allen Elementen des Mondes am leichtesten mit grofser Schärfe zu bestimmen, da man dazu nur zwei, in der Zeit sehr entfernte Beobachtungen des Mondes bedarf. Aus dieser Ursache haben denn auch die alten Griechen diese Umlaufszeit T schon so genau bestimmt, dafs die neuere, in so hohem Grade genauere, beobachtende Astronomie nur wenig mehr daran zu verbessern gefunden hat. Die zweite Gröfse g aber oder der Fallraum der Körper in der ersten Secunde wird, wie man weifs, durch Pendelbeobachtungen mit aller nur wünschenswerthen Schärfe bestimmt[1]. Die Gröfse ω endlich oder die mittlere Horizontalparallaxe des Monds kann, wie man weifs, durch beobachtete Rectascensionsdifferenzen des Mondes und eines ihm nahe stehenden Fixsterns bestimmt werden[2], ohne dafs dabei der Beobachter sein Zimmer verlassen mufs. Demnach erhält man durch blofse Mondbeobachtungen die beiden Gröfsen T oder α und ω, und wenn man damit die Pendelbeobachtungen oder die Gröfse g verbindet, so wird man daraus den Halbmesser r der kugelförmigen Erde durch Hülfe der Gleichung

$$r = \frac{2g \cdot \omega^3 \text{ Sin. } 1''}{\alpha^2}$$

bestimmen können. Die Gröfse g ist, nach den neuesten Bestimmungen, gleich 15,0537 Par. Fufs am Aequator und wir haben wir bereits oben gleich 3454 Secunden gefunden. Verbindet man damit den schon zuvor angeführten Werth von $\alpha = 0'',54901$, so erhält man durch die letzte Gleichung den Werth von r = 19 955130 Par. Fufs oder

r = 873,623 geogr. Meilen,

1 S. Art. *Schwere*. Bd. VIII. S. 613.

2 S. Littrow's Vorlesungen über Astronomie. Th. I. S. 275.

5 auf einen Grad des Aequators gehn, wenn man näm-
Meile zu 22841,8 Par. Fufs annimmt.

zu sehn, mit welcher Sicherheit man den Halbmes-
er Erde aus den drei Gröfsen g, ω und T ableiten
hat man, wenn man den vorhergehenden Ausdruck für r
hung auf alle in ihm enthaltene Gröfsen differentiirt,

$$dr = \frac{r}{g}.dg + \frac{3r}{\omega}.d\omega - \frac{2r}{\alpha}d\alpha.$$

$\alpha = \frac{15}{T}$, so ist $d\alpha = -\frac{15}{T^2}dT$, also auch

$$dr = \frac{r}{g}.dg + \frac{3r}{\omega}.d\omega + \frac{2r}{T}.dT.$$

t man in diesem Ausdrucke die vorhergehenden Wer-
r, g, ω und T, so erhält man

$= 58{,}034\,dg + 0{,}759\,d\omega + 0{,}00074\,dT$,

er Fehler von g in Theilen des Pariser Fufses, $d\omega$
ω in Raumsecunden und dT der von T in Zeitse-
und wo endlich der daraus folgende Fehler dr des
essers r in geogr. Meilen gefunden wird. Man sieht
ifs ein Fehler $dg = 0{,}0007$ Fufs oder von nahe $\frac{1}{1000}$
Gröfse r um 0,041 Meilen unrichtig giebt und dafs
1 Fehler $dT = 60$ Secunden die Gröfse r um 0,044
lerhaft macht. Allein beide Gröfsen g und T, be-
e letzte, sind lange nicht bis auf diese Fehler un-
her auch ihretwegen der so bestimmte Erdhalbmes-
ifs bis auf weniger als $\frac{4}{1000}$ einer Meile der Wahr-
stehn mufs. Nicht so ist es mit der Horizontalpa-
des Mondes, von welcher jede fehlerhafte Secunde
r schon um 0,759 Meilen unrichtig macht. Nähme
$\omega = 3435''$, also um 19 Secunden kleiner an, als
ätte man $0{,}759 \times -19 = -14{,}421$

873,623

859,202

Halbmesser der Erde würde, bei dieser Parallaxe des
1 3435 Secunden, 859,2 geogr. Meilen, d. h. sehr
el betragen, als aus den neuesten Meridianmessun-

Mond also, der durch seine Finsternisse schon den
stronomen gezeigt hat, dafs die Erde sehr nahe die

Digitized by Google

Gestalt einer Kugel hat, lehrt uns, wenn wir die Beo
tungen dieses Himmelskörpers mit denen des Pendels u
Oberfläche der Erde verbinden, zugleich die Größe
Kugel kennen, so wie uns seine Störungen durch die
auch die Abweichung der Gestalt der Erde von der
Kugel oder die *Abplattung* der Erde und zugleich, w
oben gesehn haben, die *Entfernung der Sonne* von der
kennen gelehrt haben. Nach weiter fortgesetzten Beob
gen dieses Satelliten, besonders in Beziehung auf die
gung seiner Apsiden, werden wir auch die durch alle
Mittel so schwer zu erhaltenden *Massen der übrigen P*
kennen lernen, so wie wir bereits durch seine Hil
die Veränderung der Excentricität der Erdbahn mit gr
nauigkeit bestimmt und uns zugleich überzeugt hab
die Länge unseres Tages, diese Basis aller beobachtende
nomie, in allen Zeiten eine ganz unveränderliche G
Verbinden wir damit den Nutzen, welchen das Stud
ses Satelliten unserer mathematischen Geographie un
Marine gebracht hat, so müssen wir die Kenntnisse,
er uns verschafft hat, als wahre Wohlthaten dank
kennen und zugleich gestehn, dafs die Astronomen
wohl angewendet und alles gethan haben, um aus dem
und uns so recht eigentlich angehörenden Himmelsk
den Nutzen zu ziehn, der sich mit Einsicht und F
keit daraus ziehn liefs, besonders wenn man bedenk
Anstrengung es dem menschlichen Geiste gekostet h
die mathematische Analyse bis zu dem gegenwärti
zu vervollkommnen, dieses wunderbare Instrument u
stigen Auges, ohne welches es unmöglich gewesen
so verwickelte Theorie, wie die des Mondes ist,
dringen.

I. Rotation des Mondes.

Nachdem wir so das Vorzüglichste über die Bew
Mondes um die Erde gesagt haben, wenden wir u
dern merkwürdigen Eigenheiten dieses Himmelsk
betrachten zuerst die Bewegung desselben um se
Axe oder die *Rotation* desselben. Wir haben be
gezeigt, dafs die Knotenlinie der Mondbahn mit d

Digitized by Google

erlich ist, indem diese Knotenlinie in einem gemeinen von 365 Tagen um 19° 20′ 33″,46 in Beziehung auf sterne rückwärts oder von Ost gen West geht, und dafs ewegung der Knoten nur für den Anfang des gegenn Jahrhunderts gilt, da man der so bestimmten Länge otens noch die säculare Aenderung $7'',6\,t^2 + 0'',0065\,t^3$ gen mufs, wo t die seit 1800 verflossenen Jahrhunzeichnet. Allein aufser dieser immerwährend fortgeoder säcularen Ungleichheit ist die Länge des Monds, der Störung der Sonne, auch noch einer periodisch wienden Ungleichheit unterworfen, deren gröfstes Glied $n.^2\,(l' - k)$ ist, wo l′ und k die Länge der Sonne aufsteigenden Knotens der Mondbahn bezeichnen.

ht so verhält es sich mit der *Neigung* der Mondbahn ie Ekliptik. Diese hat keine säculare Aenderung, sonn für alle Jahrhunderte als constant angesehn werden, die Lage der Ekliptik selbst, wie man weifs, durch ung der Planeten einer solchen säcularen Aenderung unn ist. Diese Neigung beträgt 5,1464 Grade. Aber einer hen Aenderung ist sie allerdings, so wie die Mondausgesetzt und das gröfste Glied derselben ist s. $2\,(l' - \Omega)$. Die Periode dieser zwei Störungen tens und der Neigung beträgt 349 Tage oder sie ist Tage kürzer als das Jahr. Ganz ebenso wie diese , ist auch die Excentricität der Mondbahn, die 0,05484 en grofsen Axe der Mondbahn beträgt, als constant zu n.

in ganz andere Erscheinungen bietet der *Aequator ds* dar, wenn man seine Lage gegen die Mondbahn n die Ekliptik vergleicht. Nach der schönen Entdes Dominicus Cassini wird man die Lage des ators für jede gegebene Zeit auf folgende Weise be-

Wenn man durch den Mittelpunct O des Monds Fig.
ie OA senkrecht auf die Rotationsaxe desselben legt, 331.
liese Ebene den Aequator des Monds vor. Legt man nselben Mittelpunct O eine zweite Ebene OE, pader Ekliptik, und endlich noch eine dritte OB, welher zweiten den Winkel 5° 8′ 47″ bildet, so stellt Bahn des Monds vor. Diese drei Ebenen, von welher die zweite OE zwischen die beiden andern fällt,

Digitized by Google

haben stets dieselbe gemeinschaftliche Durchschnittslinie, zwar, dafs der aufsteigende Knoten des Mondäquators O in der Ekliptik immer mit dem niedersteigenden Knoten Mondbahn O B in derselben Ekliptik zusammenfällt. Die den Ebenen O A und O E bilden endlich unter sich den Winkel 1° 30′ 11″, so dafs daher der Winkel A O B der beiden fsersten Ebenen oder die Schiefe der Ekliptik auf dem Monde 58″ beträgt, also nur nahe den vierten Theil von der Schiefe Ekliptik unserer Erde. Daraus folgt zugleich, dafs auch der Durschnitt O des Mondäquators O A mit der Mondbahn O B selbe retrograde Bewegung habe, wie der Knoten der Mbahn mit der Erdbahn, und dafs beide Durchschnittspuncte der Zeit von 6793,39108 Tagen volle 360 Grade um die E zurücklegen. Während dieser Zeit beschreibt der Pol Mondäquators und der Pol der Mondbahn kleine, der Ek parallele Kreise um den Pol der Ekliptik und zwar so, diese drei Pole immer auf einem und demselben gröfsten K der Sphäre des Himmels liegen.

Sorgfältige von D. Cassini und T. Mayer angest Beobachtungen des Monds zeigten, dafs die Umdrehung Monds um seine Axe ganz gleichförmig ist, und dieses R sultat wurde erst in den neuesten Zeiten durch die sorgf gen Beobachtungen des Fleckens Manilius von den Astr men Bouvard und Nicollet zu Paris in den Jahren bis 1810 vollkommen bestätigt. Da wir im Allgemeinen mer dieselben Flecken oder immer dieselbe Seite des M und nie die entgegengesetzte Hälfte desselben sehn, so folg dafs die Rotation des Monds seiner Revolution gleich ist dafs er sich in derselben Zeit um seine Axe dreht, in w cher er sich um die Erde bewegt. Man hat sonderbarer Wei aus dem Grunde, dafs uns der Mond immer dieselbe Se zeigt, den Schlufs ziehn wollen, dafs er sich nicht um sich selbst drehn könne. Allein die Illusion verschwindet fort, wenn man sich das Auge des Zuschauers aufser Mondbahn, z. B. in der Sonne vorstellt, wo dann der M während der Zeit seines Umlaufs um die Erde der Sc nach und nach alle 360 Grade seines Aequators zuwe wird, zum Beweise, dafs er sich während derselben Zeit in der That um sich selbst gedreht haben müsse.

Allein genau genommen sieht man nicht immer ganz

Seite des Monds, sondern es kommen an dem einen
e zuweilen neue Flecken zum Vorschein, während wie-
andere an dem entgegengesetzten Rande verschwinden.
Differenz der Abstände der Flecken von dem Rande des
des kann bis $7\frac{1}{2}$ Grad gehn, aus dem Mittelpuncte des
ls gesehn, oder da nach dem Vorhergehenden $\frac{r}{a} = 0{,}0045723$
o kann diese Aenderung, aus dem Mittelpuncte der Erde
n, bis auf $7\frac{1}{2}° \times 0{,}0045723 = 2{,}06$ Minuten, d. h. bis
en 8ten Theil des scheinbaren Halbmessers des Monds,
5,7 Min. beträgt, gehn. Galilei, der zuerst die Ober-
des Monds mit dem damals nur erst entdeckten Fern-
untersuchte, hat diese Veränderungen auch zuerst er-
und in seinem *Nuncius sidereus*, so wie in seinen *Dia-
le mundi Systemate*, 1635. p. 58. zu erklären gesucht,
seine Erklärung betrifft nur die zwei kleineren Aende-
n, während sie die dritte und gröfste unberührt läfst,
on er eben diese dritte durch seine Erklärung darstellen
e[1]. Auch Hevelius hatte, als er im J. 1643 seine Erklärung
Veränderungen aufstellte, noch eine irrige Idee von dieser
en Aenderung und er berichtigte dieselbe erst im J. 1654.
Man bemerkte nämlich zuerst, dafs die Flecken des Monds
westlich zu gehn scheinen, so lange der Mond selbst von
Erdferne zur Erdnähe geht, und umgekehrt dafs sie alle
her stehn, wenn der Mond, in der andern Hälfte seiner
, von der Erdnähe zur Erdferne geht. Am deutlichsten
ann dieses an denjenigen Flecken, die in der Nähe des
äquators dem Rande dieses Satelliten sehr nahe stehn,
. B. das *Mare crisium* an der Westseite oder der Fle-
Grimaldi an der Ostseite des Monds. Man nannte diese
ckung, die in einer nahe mit der Ekliptik parallelen
ung statt hatte, die *Libration der Länge* des Monds.
n man nämlich, dem Vorhergehenden gemäfs, annimmt,
lie Revolution des Monds der Rotation desselben genau
ist, wie dieses die Beobachtungen in der That fordern,
y a ein Flecken des Monds L, der eben den Mittelpunct Fig.
ns sichtbaren Mondscheibe einnimmt. Acht Tage später, 332.
er Mond L' den vierten Theil seiner Bahn um die Erde

[1] S. Lalande Astron. §. 3295.

oder wo er den rechten Winkel L T L′ zurückgelegt hat, wird sich auch jener Flecken um den rechten Winkel a′ L b gedreht haben und der Erde T im Puncte b, das heifst, wieder in der Mitte der sichtbaren Mondscheibe erscheinen, wenn *die Bahn des Monds ein Kreis* oder wenn die Bewegung des Monds um die Erde gleichförmig wäre. Allein dieses ist nicht
Fig. 333. der Fall, da der Mond sich in der That in einer Ellipse L L′ L″ bewegt, in deren einem Brennpuncte die Erde T ist. Wenn der Mond in seiner Erdferne in L ist, so sieht man von der Erde den Flecken a, wie zuvor, in der Mitte seiner Scheibe. Nach 8 Tagen oder nach einem Viertelmonat hat sich der Mond, also auch der Flecken, um volle 90 Grade um seine Axe gedreht oder der Flecken a′ ist bis nach a gekommen, während der Mond von L nach L′ gegangen ist. In derselben Zeit ist auch die mittlere *Anomalie* von 0° bis 90 gewachsen oder der mittlere Mond hat um die Erde ebenfalls einen rechten Winkel beschrieben; allein der *wahre* Mond ist noch hinter dem mittlern zurück und zwar um mehr als 1 Grade, da die Gleichung des Mittelpuncts[1] des Monds nahe auf dieselbe Gröfse steigen kann und dieselbe hier in der Nähe ihres gröfsten Werthes ist[2]. Zieht man nämlich die Linie T m senkrecht auf die grofse Axe L L″ der Mondbahn, so ist der mittlere Mond in der Richtung T m, während der wahre Mond L′ in der Richtung T L′ hinter jenem um m T L′ = v zurück ist. Nennt man überhaupt m die mittlere und v die wahre Anomalie und ε das Verhältnifs der Excentricität der Bahn gegen die halbe Axe derselben, so hat man, wenn beide Anomalieen von der Erdferne gezählt werden,

$$v = m - 2\varepsilon \operatorname{Sin.} m + \tfrac{5}{4}\varepsilon^2 \operatorname{Sin.} 2m - \frac{\varepsilon^3}{4}\left(\tfrac{13}{3} \operatorname{Sin.} 3m - \operatorname{Sin.} m\right)$$

woraus man für unsern Fall, d. h. für $m = 90°$ erhält

---

1 Vergl. Bd. I. S. 293.

2 Um den Ort der elliptischen Bahn eines Planeten oder Satelliten, in welchem die *Gleichung seiner Bahn* am gröfsten ist, genau anzugeben, so seyen a und b die halbe grofse und kleine Axe der Bahn und $r = \sqrt{ab}$. Beschreibt man dann aus dem Brennpuncte der Ellipse, als aus einem Mittelpuncte, mit dem Halbmesser r einen Kreis, so schneidet dieser Kreis die Ellipse in zwei Puncten, welche die Puncte der gröfsten Gleichung des Mittelpuncts sind.

$$\nu = 90^\circ - \frac{2\varepsilon}{\text{Sin. } 1''} + \frac{4\varepsilon^3}{3\,\text{Sin. } 1''},$$

h, wenn man $\varepsilon = 0{,}05484$ setzt,

$$\nu = 90^\circ - 6^\circ\,17' = 83^\circ\,43',$$

also der Winkel L T L′ nur 83° 43′ beträgt, während
ıkel a′ L a der Rotation ein rechter Winkel ist. Da
h L′ a, so wie T m, auf der grofsen Axe L L″ senk-
ıd, so sind die beiden Linien L′ a und T m unter sich
also ist auch der Winkel m T L′ = a L′ b = 6° 17′, wo
chtslinie des Beobachters in T, die nach dem Mit-
L′ des Monds gezogen wird, die Oberfläche dessel-
trifft, so dafs also jetzt b der mittlere Punct der
eibe ist und dafs der frühere mittlere Punct a der-
n b um 6° 17′ und zwar gegen Westen erscheint,
dem oben Gesagten übereinstimmend. In der andern
.″ L‴ L der Mondbahn wird der mittlere Punct der
um ebensoviel östlich liegen. Uebrigens haben wir
e Differenz nur 6° 17′, statt der oben erwähnten 7°
nden, weil wir hier nur auf die gröfste Störung der
Länge des Monds, auf die Gleichung der Bahn Rück-
ommen haben, die aber durch die oben erwähnte
und Variation noch um 1° 13′ vermehrt werden

ähnliche Erscheinung, wie bei diesen Flecken am
und westlichen Rande, sieht man auch bei jenen am
n und südlichen Rande, wo zuweilen neue Flecken
n oder früher gesehene wieder unsichtbar werden.
Verrückung in einer auf die Ekliptik nahe senkrech-
ung vor sich geht, so hat man sie die *Libration*
te genannt[1]. Um sie auf eine einfache Weise zu er-
y εε′ die Ekliptik, B B′ die Mondbahn und A A′ der Fig.
ator, mit welchem die durch den Mittelpunct L und 334.
onds gezogenen Linien a b und a′ b′ parallel seyn sol-
Neigungen dieser Ebenen unter einander sind schon
Gelegenheit der Fig. 331. angegeben worden. Wenn
d L′ in seiner gröfsten nördlichen Breite ist, so ist
kel A′ T L′, so wie der Winkel m′ L′ a′ gleich 6° 14′,
erscheint ein im Mondäquator stehender Flecken a′,

---

[1] Art. *Breite*. Bd. I. S. 1204.

Digitized by Google

von dem Mittelpuncte T der Erde gesehn, über dem Mittelpuncte m' der sichtbaren Mondscheibe um den Winkel $TL'a' = 6° 14'$ erhoben. Allein nach einem halben Monate oder 14 Tage später, wo der Mond L am tiefsten unter der Ekliptik steht, wird derselbe Aequatorialflecken a um $6° 14'$ unter dem Mittelpuncte m der Mondscheibe erscheinen. Am deutlichsten wird man diese Schwankung bei denjenigen Flecken bemerken, die den beiden Polen des Mondäquators am nächst stehn, wie bei Maginus, Plato, Endymion u. s. w. Je gröfser die nördliche Breite des Monds ist, desto mehr wird auch von dem nördlichen Rande des Monds verschwinden und desto mehr von dem südlichen Rande desselben sichtbar werden, und umgekehrt, wenn die südliche Breite des Monds wächst.

Endlich wird auch, da die Erde so vielmal gröfser ist als der Mond, und ihm beträchtlich nahe steht, die Ansicht des Monds, je nach dem Orte, den der Beobachter auf der Oberfläche der Erde einnimmt, verschieden seyn. Ist z. B. Fig. 835. der Beobachter in M, so dafs der Mittelpunct L des Monds im Horizonte ML des Beobachters oder in der Tangente LM der Erde für den Punct M liegt, so wird der Beobachter in M diejenige Hälfte CAD des Mondes sehn, welche durch die auf seine Gesichtslinie ML senkrechte Ebene CD begrenzt ist, während ein Beobachter T im Mittelpuncte der Erde oder auch, was dasselbe ist, ein Beobachter in N, welcher den Mond in seinem Zenithe hat, diejenige Hälfte ACB des Mondes sehn wird, welche durch die auf TL senkrechte Ebene AB begrenzt wird. Daraus folgt, dafs derselbe Beobachter M, wenn für ihn der Mond eben auf- oder untergeht, mehr von seinem obern und weniger von seinem untern Rande sehn wird, als zu der Zeit, wo sechs Stunden früher oder später der Mond im Zenith des Beobachters steht. Da der Winkel ALC gleich dem Winkel MLT und da der letztere Winkel nach dem Vorhergehenden die Horizontalparallaxe des Monds ist, die $0° 57' 34''$ beträgt, so wird also auch die Schwankung der Mondflecken, die man die *Libration in Parallaxe* nennt, denselben Werth haben.

Alle diese drei Veränderungen sind aber, wie man sieht, nur scheinbar und die Rotation des Mondes selbst wird durch sie nicht afficirt. Wenn aber der Mond, den Beobachter

ifs, uns in der That immer dieselbe Seite zeigt, so mufs
uch mehrern Librationen unterworfen oder seine Rotation
selbst veränderlich seyn. Wir haben nämlich bereits oben
in, dafs die mittlere Bewegung des Monds seit den ersten
n, von welchen uns noch Beobachtungen dieses Gestirns
; sind, beständig im Zunehmen begriffen ist. Wenn also die
tion der Revolution, wie diese letzte zu irgend einer Zeit statt
, immer gleich bliebe, so müfsten diese beiden Bewegun-
vor und nach dieser Epoche, immer mehr und mehr von
nder abweichen und uns endlich auch die von uns abge-
lete Seite des Monds zu Gesichte bringen, was aber ge-
die Erfahrung ist. Auch zeigt die mathematische Theo-
ler Mondbewegung, dafs die Rotation dieses Satelliten
denselben säcularen Ungleichheiten unterworfen ist, wie
nittlere Bewegung, obschon sie an den periodischen Un-
hheiten der letzten Bewegung keinen Theil nimmt, wor-
folgt, dafs in der Folge der Zeiten beide Bewegungen
Monds, die fortschreitende und die rotirende, in demsel-
Mafse und in denselben Perioden ab- und zunehmen und
uns daher die jetzt von der Erde abgewendete Seite des
ds auch für immer verborgen bleiben wird. Wahrschein-
wurde in dem noch jugendlichen Alter des Monds, wo
noch wenig erhärtete Masse jeder äufsern Einwirkung
ter nachgab, der der Erde zugekehrte Halbmesser dessel-
durch die vorherrschende Attraction, welche unsere Erde
diesen ihr nächsten Punct des Monds ausübte, verlän-
und sonach auch dem Aequator dieses Satelliten eine el-
che Gestalt gegeben, dessen grofse Axe gegen die Erde
htet war und wegen der stets fortwirkenden Anziehung
Erde fortan auch so gerichtet bleiben mufste. Es ist aller-
s sehr unwahrscheinlich, dafs sogleich bei der Entstehung
Mondes die Rotation der Revolution desselben vollkom-
gleich gewesen sey, allein, wenn diese beiden Bewe-
gen auch nur nicht eben zu sehr von einander verschie-
waren, so mufste das Mondsphäroid um jenen gröfsern
hmesser des Aequators in Oscillationen übergehn und um
n Durchmesser, gleich einem Pendel um die Verticalli-
stets kleinere Schwingungen machen, bis endlich durch
stets fortwirkende Anziehung der Erde beide Bewegungen
nder ganz gleich gemacht wurden und das Pendel gleich-

Digitized by Google

sam um seine mittlere Lage zur Ruhe gekommen war. Demnach mufste dieser Satellit die Gestalt eines Ellipsoids erhalten, das nicht blofs, wie die der übrigen Planeten, an seinen beiden Polen abgeplattet war, sondern dessen Parallelkreise auch alle dem Aequator desselben ähnliche Ellipsen seyn mufsten. Schon Newton hatte aus seinen ersten Berechnungen gefunden, dafs der gegen die Erde gewendete Durchmesser des Mondes 186 Par. Fufs oder $\frac{1}{100}$ Meile gröfser sey, als der auf unserer Gesichtslinie senkrecht stehende Durchmesser desselben. Nach den genauern Bestimmungen von Laplace hat man, wenn man die grofse Axe des Aequators des Monds gleich der Einheit annimmt, für die kleine Axe des Aequators 0,99997 und für die Rotations- oder Polaraxe des Monds 0,99891.

Die Gröfse dieser wahren Libration des Monds wird übrigens von der Gröfse der Differenz abhängen, um welche, bei der Entstehung dieses Himmelskörpers, die Rotation desselben von der Revolution verschieden war, und aufserdem von der Zeit, die seit jener Epoche verflossen ist. Da die Beobachtungen die Existenz dieser Libration bisher noch nicht nachgewiesen haben, so mufs sie ohne Zweifel sehr gering seyn, aber ihre Existenz ist dennoch durch die Theorie über allen Zweifel erhaben.

Auch die oben erwähnte, von D. Cassini entdeckte Coincidenz der Knoten des Mondäquators mit denen seiner Bahn in der Ekliptik ist eine Folge der blofsen Attraction der Erde, wie zuerst Lagrange in einem seiner schönsten Memoiren gezeigt hat. Die Ebene des Mondäquators und die Ebene der Mondbahn, die beide durch den Mittelpunct des Monds gehn, so wie endlich eine durch denselben Mittelpunct mit der Ekliptik parallele Ebene müssen, in Folge jener Anziehung der Erde, immer sehr nahe denselben gemeinschaftlichen Durchschnittspunct haben, und die Theorie zeigt, dafs die säcularen Bewegungen der Ekliptik, die von der Anziehung der Planeten auf die Erde herrühren, weder diese Coincidenz der Knoten dieser drei Ebenen, noch auch die mittleren Neigungen derselben ändern können, da beide vielmehr, durch die Attraction der Erde, immer wieder auf ihren mittlern Werth zurückgeführt werden, obschon sie sich stets von demselben zu entfernen suchen.

entfernen

Bemerken wir noch zum Schlusse dieses Gegenstandes, die Astronomen des Mittelalters den Ausdruck *Libration Trepidation*, wie sie es auch zuweilen genannt haben, nem ganz andern Sinne gebrauchten. Sie bezeichneten ch dadurch ein von ihnen imaginirtes Schwanken der 9ten und 10ten Sphäre des Himmels, durch welches sie hänomene der Präcession und der Abnahme der Schiefe kliptik zu erklären suchten. THEBIT IBN CHORA, ein cher Astronom des neunten Jahrhunderts, ist der Erfin- ieser Hypothese, in welcher er den wahren Frühlings- Herbstpunct in der Peripherie eines Kreises einhergehn dessen Mittelpunct die mittleren Nachtgleichen bezeich- und dessen Halbmesser 2° 9′ betrug. Erst REINHOLD REGIOMONTAN (im 15. Jahrhunderte) zeigten die Unstatt- keit dieser Hypothese. Uebrigens zeichnete sich dieser IT durch mehrere für sein Zeitalter wichtige Ideen und ckungen aus, wie er denn unter andern der Erste war, as siderische Jahr der Sonne von dem tropischen genau chied, das erste für die wahre Umlaufszeit der Sonne nte und die Dauer des siderischen Sonnenjahrs auf 3639 Tage festsetzte, beinahe ganz im Einklange mit den ten Bestimmungen der Astronomen.

Verschiedene Lichterscheinungen des Mondes.

Das Vorzüglichste über diesen Gegenstand ist bereits frü- mitgetheilt worden. Wir wollen daher hier nur noch dort übersehene Bemerkungen in der Kürze nachholen. man L die Länge der Sonne, λ, β die geocentrische und Breite des Monds und endlich D den Winkel, en die Mittelpuncte dieser beiden Gestirne für das Auge eobachters oder für den Mittelpunct der Erde bilden, so an die einfache Gleichung

$$\text{Cos. D} = \text{Cos. } (\lambda - \text{L}) \text{ Cos. } \beta.$$

reisförmige Grenze des uns sichtbaren, beleuchteten Theils Mondes erscheint uns, wie alle gegen das Auge schief nden Kreise, als eine Ellipse. Nennt man a und b die

S. Art. *Phasen*. Bd. VII. S 466.

halbe grofse und kleine Axe dieser Ellipse, so ist a zugleich der Halbmesser des Monds selbst und man erhält für jede Stellung des Monds gegen die Sonne die kleine Axe b jener Lichtellipse oder jene Phase

$$b = a \operatorname{Cos.} D \text{ oder } b = a \operatorname{Cos.} (\lambda - L) \operatorname{Cos.} \beta,$$

so dafs daher auch die gröfste Breite[1] gleich ist

$$BG \text{ oder } a - b = a[1 - \operatorname{Cos.} (\lambda - L) \operatorname{Cos.} \beta].$$

Vernachlässigt man, was zu einer ersten Bestimmung hinreicht, die Breite des Monds, so hat man für den Neumond $\lambda - L = 0$ und $a - b = 0$, für den Vollmond $\lambda - L = 180$ und $a - b = 2a$ und endlich für die Viertel $\lambda - L = \pm 90°$ und $a - b = a$ oder $b = 0$, so dafs daher für die beiden Viertel jene Ellipse in eine gerade Linie übergeht.

Diese Beobachtung der Viertel des Monds giebt ein einfaches Mittel, die Distanz der Sonne von der Erde zu finden, ein Mittel, das schon Aristarch von Samos 250 Jahre vor Chr. Geb. erfunden und, wie es scheint, auch angewendet hat. Aristarch hatte wahrscheinlich eingesehn, dafs der Halbmesser der Erde zu klein ist, um ihn als Basis zur Bestimmung der Sonnenparallaxe zu benutzen, und er unternahm es daher, den Winkel zu suchen, unter welchem der Halbmesser der Mondbahn, von der Sonne gesehn, erscheinen mufs. Da er die Parallaxe des Monds, seiner viel geringern Entfernung von der Erde wegen, mit grofser Genauigkeit zu erhalten hoffte, so meinte er auf diesem Wege auch die Parallaxe der Sonne der Wahrheit sehr nahe zu bekommen. Dem Kepler empfahl diese Methode so schön, dafs er in seinen Ephemeriden f. d. J. 1619 die Astronomen, besonders Galilei und Marius, die bereits mit Fernröhren versehn waren, aufforderte, diese Methode auszuführen.

Wenn der Mond im Augenblicke seiner Quadratur gerade zur Hälfte erleuchtet ist, so ist in dem Dreiecke STL (Fig. 336.) schen der Sonne S, der Erde T und dem Monde L der Winkel TLS am Monde gleich einem rechten Winkel. Ist also TL = r und ST = R, so hat man, wenn Δ den Winkel LTS oder die Elongation des Monds von der Sonne bezeichnet,

---

1 Die Gröfse BG in der 60sten Fig. des VIIten Bandes.

$$\text{Cos } \Delta = \frac{r}{R}.$$

, die Horizontalparallaxe des Monds und π die der Sonne,

$= \frac{\text{Sin. } \pi}{\text{Sin. } \omega}$, also auch

$$\text{Sin. } \pi = \text{Sin. } \omega . \text{Cos. } \Delta .$$

ian daher die Elongation Δ zu der Zeit der Quadra-
h unmittelbare Beobachtung des Monds und der Sonne
aus andern Beobachtungen, bereits ω bekannt, so
ian durch die letzte Gleichung die Sonnenparall-

zu sehn, mit welcher Sicherheit man auf diese Weise
:th von π finden kann, hat man, wenn man das Dif-
des vorhergehenden Ausdrucks nimmt,

$$\frac{d\pi}{\text{Tang. } \pi} = - d\Delta . \text{Tang. } \Delta + d\omega . \text{Cotg. } \omega .$$

$\omega = 0^{\circ}\ 57'\ 34''$ für die mittlere Distanz des Mondes
Erde und da der Winkel TSL nahe $0^{\circ}\ 8'$ ist, so ist
52′ und daher

$$\frac{d\pi}{\pi} = - 0{,}0021\, d\Delta + 0{,}0003\, d\omega \text{ oder}$$

$$d\pi = - 0{,}018\, d\Delta + 0{,}002\, d\omega .$$

it daraus, dafs der Fehler $d\Delta$ der Beobachtung der
n und noch mehr der Fehler $d\omega$ der vorausgesetzten
des Monds in dem Resultate für π allerdings sehr
rt werden. Wenn man daher auch den Fehler $d\omega$
euern Beobachtungen zu 5 Secunden annehmen wollte,
st gewifs nicht so grofs, so würde daraus nur ein
$\pi = 0'',01$ in der Sonnenparallaxe folgen. Allein da-
ie Gröfse Δ desto schwerer zu bestimmen, weil man
genblick nicht anzugeben vermag, für welchen der
nau zur Hälfte erleuchtet ist, also in seiner Quadra-
. Ein Fehler von 5 bis 6 Minuten in Δ ist dabei
icht zu vermeiden. Nimmt man aber $d\Delta = 300''$, so
zweite unserer Differentialgleichungen $d\pi = 5'',4$ und
$\frac{d\pi}{\pi} = 0{,}63$, so dafs also, da π nahe $8'',5$ ist, die
ung dieser Gröfse schon um ihren 0,63ten Theil feh-
'ird. Nimmt man $d\Delta$ gleich zehn Minuten, so wird

Digitized by Google

d $\pi = \pm 10''{,}8$, also π selbst entweder $= 19''{,}3$, mehr
doppelt zu grofs, oder $= -2''{,}3$, also sogar eine
Parallaxe, die keinen Sinn mehr hat. Diese Methode
eine von den vielen, die theoretisch recht schön und
reich, praktisch aber ganz unbrauchbar sind.

Ein nicht viel anwendbareres, obschon ebenfalls sehr
sinniges Mittel, die Sonnenparallaxe zu bestimmen, hat
LEMÄUS in seinem Almagest vorgeschlagen. Nennt man
lich T die Zeit, die der Mond braucht, bei einer
Mondfinsternifs den Halbmesser des kreisförmigen
schnitts der Erde zu durchlaufen, und ist r der
Halbmesser der Sonne, so wie m die stündliche
wegung des Monds in seiner Bahn, so findet man
gen einfachen Betrachtungen leicht die Gleichung

$$\pi = mT + r - \omega,$$

woaus sich daher die Gröfse π bestimmen läfst, wenn
gen Gröfsen m, T, r und ω genau bekannt sind.
wird man die Gröfse T auch nur mit einiger Schärfe
men können, da der Halbschatten der Erde den
Anfang oder das Ende der Finsternifs oft auf mehrere
minuten ungewifs macht, daher auch dieses Verfahren
anwendbar verworfen werden mufs.

Uebrigens bescheint die Sonne, wegen ihrer Gröfse,
trächtlich mehr als die Hälfte des Monds oder auch
Nennt man a den Halbmesser der Sonne als des
Körpers und b den Halbmesser des beleuchteten, so
Distanz der Mittelpuncte beider Körper, so findet
Winkel α, um welchen der beleuchtete Körper mehr
Hälfte beschienen wird, durch die Gleichung

$$\text{Sin. } \alpha = \frac{a - b}{c}.$$

Für die Sonne ist $a = 93900$ geogr. Meilen und für den
$b = 233$, ihre mittlere Entfernung aber ist $c = 20\frac{1}{2}$ Mill.
so dafs man daher $\alpha = 0^\circ\ 15'\ 36''$ hat, und nahe eben
erhält man auch für die Erde, für Uranus aber ist $a =$
$b = 3740$ und $c = 400$ Mill. Meilen, also auch $\alpha = 0^\circ$

Ebenso übersehn wir aus dem Mittelpuncte der Erde
ganz die Hälfte des Monds oder der Sonne. Nennt
den Halbmesser der Sonne und c die Entfernung ihres

ts von dem der Erde, so ist der scheinbare Halbmesser α Sonne, wie wir ihn aus dem Mittelpuncte der Erde sehn, h Sin. $\alpha = \frac{a}{c}$. Wenn wir aber den auf unsere Gesichts- oder auf die Linie c senkrechten Halbmesser der Sonne könnten, so würde er uns unter einem etwas kleinern kel α' erscheinen, so dafs Tang. $\alpha' = \frac{a}{c}$ ist. Man hat nach

$$\text{Tang. } \alpha' = \text{Sin. } \alpha,$$

auch

$$\text{Tang. } (\alpha - \alpha') = \frac{2 \text{ Sin. } \alpha \text{ Sin.}^2 \frac{1}{2}\alpha}{1 + 2 \text{ Cos. } \alpha \text{ Sin.}^2 \frac{1}{2}\alpha}$$

, wenn man die vierten und höhern Potenzen von Sin. $\frac{\alpha}{2}$ schlässigt,

$$\alpha - \alpha' = \tfrac{1}{2}\alpha \text{ . Sin.}^2 \alpha .$$

die Sonne, so wie für den Mond, hat man nahe $\alpha = 0^\circ 15' = 900''$, ist auch $\alpha - \alpha' = 0'',0086$ und daher in allen Fällen ganz trächtlich.

Diese verschiedenen, in regelmäfsigen und leicht zu über- nden Perioden nach einander folgenden Phasen des Mon- haben ohne Zweifel schon in den ältesten Zeiten als Grund- der Chronologie der Völker gedient, indem sie danach Monate zählten, die den Umläufen des Monds um die gleich genommen wurden, wobei man bald bemerkte, zwölf solche Monate nahe einen Umlauf der Sonne um Erde einschliefsen, durch welchen letzten Umlauf die ge des Jahres gegeben wurde. Selbst der Monat, von un- hr 28 Tagen, war durch den Voll- und Neumond, so durch die beiden Quadraturen sehr auffallend in vier glei- Theile getheilt, woraus die *Woche* von sieben Tagen tand, eine Periode, die man in den ältesten Zeiten schon wandt findet und die sich aller Verwirrungen der Chro- gie ungeachtet durch so viele Jahrhunderte bis auf unsere e erhalten hat.

Dieselben Lichterscheinungen des Mondes führten wohl früh schon die Menschen auf die Idee, dafs der Mond der Beleuchtung der Erde wegen da sey. Die bekannte

Digitized by Google

Unart unseres Geschlechts, alles nur auf sich selbst zu beziehn und die ganze Natur als zum Dienste des Menschen geschaffen anzusehn, mufste sie in dieser Meinung sehr bestärken. Allein mit etwas mehr Nachdenken und etwas weniger Unbescheidenheit würden wir uns sehr bald von dem Irrthume dieser Ansicht überzeugt haben. In der That sind wir einen sehr grofsen Theil unseres Monates sowohl des Lichts der Sonne, als auch selbst jenes des Mondes beraubt und müssen uns daher ohne beide zu behelfen suchen. Hätte der Urheber der Natur die Absicht gehabt, durch den Mond unsere Nächte zu erhellen, so würde er den Mond im Augenblicke seiner Entstehung in der Ebene der Ekliptik in Opposition mit der Sonne und zwar in eine solche Entfernung von der Erde gestellt haben, die dem hundertsten Theile der Entfernung der Erde von der Sonne gleich gewesen wäre. Hätte er dann dem Monde und der Erde solche, unter sich parallele Geschwindigkeiten gegeben, die sich wie die Entfernungen dieser beiden Gestirne von der Sonne verhalten, so würde, bei dieser Einrichtung, der Mond immer in Opposition mit der Sonne oder immer Vollmond geblieben seyn und die von ihm um die Erde zurückgelegte Ellipse würde der von der Erde um die Sonne beschriebenen ähnlich gewesen seyn, also würde auch der Mond stets beim Untergange der Sonne aufgegangen seyn oder die ganze Nacht hindurch geschienen haben, ja selbst durch die Finsternisse würde uns sein Licht nicht mehr entzogen worden seyn, da er in dieser Entfernung von dem Schatten der Erde nicht mehr erreicht werden könnte. Da von dem allen nichts geschehen ist, so müssen wir wohl den Schlufs daraus ziehn, dafs der Urheber der Natur eine andere Bestimmung mit dem Monde gehabt haben wird und dafs er ihn nicht als Fackelträger der Erde an den Himmel gestellt hat.

L. Wie die Erde dem Monde erscheint.

Wenn man das, was im VII. Bande dieses Werkes bei dem Art. *Phasen* über die Fig. 58. gesagt worden ist, näher betrachtet, so sieht man sofort, dafs die Bewohner des Mondes, wenn es deren giebt, an unserer Erde ganz ähnliche Lichtveränderungen bemerken müssen, wie wir an dem Monde

müssen sogar für den Mond noch viel auffallender er-
ien, da die Oberfläche der Erde fast dreizehnmal gröfser
ls die des Mondes. Wenn wir Neumond haben, also den
gar nicht sehn, weil er uns nur seine dunkle Seite zu-
et, so sehn dafür die Bewohner der uns stets zugekehr-
eite des Monds die Erde als eine ganz runde und voll-
chtete Scheibe, oder sie haben, wenn man so sagen darf,
rde, während wir *Neumond* haben. Zwei Wochen spä-
ro der Mond, zur Zeit des Vollmonds, der Sonne ge-
gegenüber steht, sehn wir die ganze von der Sonne be-
ete Hälfte des Monds, während im Gegentheil der Mond
er Erde nur die von der Sonne abgewendete oder dunkle
sieht und daher *Neuerde* hat, während wir *Vollmond*
. Ebenso sehn die Seleniten die Erde im ersten Viertel,
wir den Mond im letzten Viertel sehn, und umgekehrt.
diese Bewohner des Monds den unseren ähnliche Augen
, so werden sie nicht nur diese Lichtphasen der Erde,
n auch noch verschiedene gröfsere und kleinere Flecken,
Meere, unsere Inseln, vielleicht selbst unsere Städte
Sie werden, wenn es z. B. in Tobolsk oder in Bom-
ben Mittag und zugleich Neumond ist, unsere alten drei
heile, Europa, Asien und Africa, als eine zusammen-
nde, hellere Masse erblicken, die auf allen Seiten von
dunklen, breiten Saume, dem Meere, umgeben ist. Al-
ach zwölf unserer Stunden werden sie das ganze Schau-
geändert erblicken, denn nun wird die alte Welt für sie
wunden und dafür ganz America mit den vielen Inseln
üdmeeres an ihre Stelle gekommen seyn. Auf diese
mögen die Mondbewohner, und zwar nicht blofs die
rten unter ihnen, schon vor Jahrtausenden auf den er-
lick alle die Fragen entschieden haben, worüber sich
Geographen und Astronomen so lange gestritten haben,
Erde an ihren Polen abgeplattet, ob eine nordöstliche
fahrt von England nach Ostindien möglich ist, ob am
le der Erde noch ein grofses Land existirt u. s. w.
o haben sie America lange vor Columbus und Austra-
nge vor Cook gesehn und sie besitzen vielleicht von
Erde, im Grofsen wenigstens, viel genauere Karten, als
nsere topographischen Bureaus zusammengenommen, die
cheinlich in keine geringe Verlegenheit kommen würden,

wenn sie uns die wahrhaft getreuen Karten von den I
Africa's oder Neuhollands vorzeigen sollten.

M. Aschfarbiges Licht des Monde

Kurz vor und nach dem Neumonde, zu der Zeit, w
Mond uns nur als eine feine Sichel erscheint, bemerk
auch den übrigen Theil des nicht beleuchteten Mondes
nem schwachen Dämmerlichte schimmern, das aber
schwächer wird, je näher der Mond seinen Quadraturen
Man nannte diese Erscheinung das aschgraue Licht des
(*lumière cendrée*) und man hat sich in frühern Zeiten
bemüht, die wahre Ursache desselben zu entdecken. E
gab Möstlin, der Lehrer des grofsen Kepler, uns die
Erklärung desselben. Wir haben so eben gesehn, dafs
der Mond im Neulichte ist, wenn er uns also seine
Hälfte zuwendet, dann die Erde ihre ganze, von der
beleuchtete Scheibe dem Monde zuwendet. Da die
Oberfläche der Erde fast dreizehnmal gröfser ist, als
des Monds, so wirft diese grofse und durchaus hell
Scheibe der Erde eine sehr bedeutende Masse Licht
dunkle Seite des Monds, wodurch daher die Nächte
Monds, zu dieser Zeit, noch viel mehr erhellet werden
als dieses für unsere Nächte zur Zeit des Vollmondes
ist. Allein dieses von der Erde, als von einem Spie
den Mond reflectirte Sonnenlicht wird von dem Mon
von einem zweiten Spiegel, abermals zurückgewor
macht uns daher die sonst dunkle Seite des Mondes
sichtbar. Dieses den Mond beleuchtende Licht ist da
eigenes oder vielmehr unser von der Sonne geborgte
das wir ihm auf einige Augenblicke zusenden, um
wieder von ihm zurück zu erhalten. Nach dieser E
sollten wir die dunkle Seite des Monds eigentlich im
blicke des Neumonds selbst am besten sehn; allein d
nicht der Fall, weil dann der Mond viel zu nahe
Sonne steht und wir das schwache Licht des Mondes
zu starken der Sonne nicht mehr sehn können. So
es, dafs wir etwa drei Tage vor oder nach dem Ne
dieses Licht am deutlichsten erblicken, weil dann di
keldistanz des Monds von der Sonne für diese Zeit

Digitized by Google

die günstigste ist. Bemerkenswerth ist dabei noch der
nd, dafs uns zu dieser Zeit des aschgrauen Lichts der helle
des Mondes oder die von der Sonne beleuchtete Sichel
von einer viel gröfseren Kugel genommen zu seyn
t, als der dunkle in seinem schwachen Lichte dämm-
e Theil. Dieses kommt aber offenbar daher, dafs ein stär-
icht, in der Nähe eines schwächern aufgestellt, das letz-
ch mehr zu schwächen und gleichsam zu tödten scheint,
e Maler von den hellen Farben zu sagen pflegen, wenn
einem Gemälde neben dunklen Farben angebracht wer-
Der lichte Theil des Monds scheint uns gröfser, weil
unser Sehorgan einen viel stärkern Eindruck macht,
noch die Irradiation der Lichtstrahlen in unserm Auge
e Wirkung der Atmosphäre selbst kommen mag, durch
das lichtere Bild zugleich vergröfsert und jene Illusion
ehr befördert wird.

Erscheinung des Himmels vom Monde aus gesehen.

ie wir so eben die Erscheinungen der Erde für den
in Beziehung auf die Lichtphasen derselben betrachtet
so können wir auch die Erscheinungen des ganzen
ls, wie er den Mondbewohnern erscheinen mag, durch
Schlüsse erfahren, da wir die Verhältnisse bereits ken-
nter welchen die Mondbewohner in Beziehung auf ihre
n und Revolution und auf die Lagen ihrer Ekliptik und
equators stehn. Wenn man dem gewöhnlichen Sprach-
che gemäfs durch das Wort Tag die Zeit zwischen
ächsten Aufgängen der Sonne bezeichnet, so sind die
les Monds 29½mal länger als unsere Tage, der Mond-
nämlich dem synodischen Monate, also nach dem Vor-
enden der Zeit von 29,53058 unserer Tage gleich. Die
ten sehn also die Sonne 14¾ unserer Tage über und
lange unter ihrem Horizonte. Zur Zeit des Neumonds
die Bewohner der Mitte der uns sichtbaren Mondhälfte
Mitternacht, beim Vollmonde aber Mittag, während den
nern des östlichen und westlichen Randes die Sonne
auf- oder untergeht. Auf diese Weise schreitet der
und Untergang der Sonne auf der Mondoberfläche wäh-
jedes unserer Tage um 12° 12′ fort und die Sonne so-

Digitized by Google

wohl, als auch der ganze gestirnte Himmel rückt, durch seine tägliche Bewegung, während jedes unserer Tage nur um denselben kleinen Bogen von 12° 12′ von Ost gen West, während der Himmel in derselben Zeit für uns sich um volle 360 Grade um die Erde zu drehn scheint. Allein bei dieser so langsamen Umdrehung der Himmelskörper giebt es einen, der daran gar keinen Theil nimmt und in absoluter Ruhe zu stehn scheint. Dieser Himmelskörper ist, scheinbar wenigstens, viel gröſser als alle übrigen, selbst die Sonne nicht ausgenommen, und ist kein anderer, als unsere Erde. Da nämlich, wie wir gesehn haben, der Mond immer dieselbe Seite der Erde zuwendet oder da derjenige Punct seiner Oberfläche, welcher der Erde am nächsten steht, ihr auch immer am nächsten bleibt, so werden offenbar die Bewohner dieses Punctes der Erde stets in ihrem Zenithe sehn, und alle diejenigen, welche in der Peripherie eines Kreises wohnen, dessen Mittelpunct jener der Erde nächste Punct ist und dessen Halbmesser 10, 20, 30.. Grade von der Oberfläche des Mondes einnimmt, werden auch die Erde immer um 10, 20, 30.. Grade von ihrem Zenithe unverrückt am Himmel stehn sehn. Die Bewohner des Rands der uns zugekehrten Seite des Monds sehn die Erde immerwährend in ihrem Horizonte und alle andre sehn sie immer in derselben und zwar in einer desto gröſsern Höhe, je weiter sie selbst von jenem Rande entfernt sind. Sonne, Planeten und alle Gestirne des Himmels gehn für den Mond alle 14½ unserer Tage einmal auf und einmal unter, aber für das gröſste aller vom Monde aus sichtbaren Gestirne, für die Erde selbst, giebt es weder Auf- noch Untergang. Sie steht fest am Himmel, während sich hinter ihr alle andere Gestirne, selbst die Sonne, in 29½ unserer Tage von Ost gen West bewegen.

Doch hat diese Erscheinung nur für diejenigen Bewohner des Mondes statt, welche die uns zugewendete Seite desselben einnehmen, die andern sehn die Erde gar nicht und wissen vielleicht auch nichts von ihrer Existenz, wenn sie nicht von ihren Nachbarn davon Nachricht erhalten.

Wenn es so, wie wir so eben gesehn haben, mit den *Tageszeiten* des Mondes beschaffen ist, so haben auch die *Jahreszeiten* desselben manches Eigenthümliche, das wir Erdbewohner aus eigener Erfahrung nicht kennen. Unsere Jah-

bewe

n hängen bekanntlich von der Schiefe der Ekliptik ab, ür die Erde 23° 28′ beträgt. Je kleiner dieser Winkel esto weniger ist der Winter vom Sommer verschieden, und endlich beide Ebenen, die Bahn und der Aequator ei- Planeten, ganz zusammenfallen, so giebt es auf ihm gar Jahreszeiten mehr.

Dieses ist nun nahe der Fall mit dem Monde. Seine ist gegen seinen Aequator, wie wir oben gesehn, nur en kleinen Winkel von 6° 39′ geneigt und zwischen bei- legt die Ebene der Erdbahn in der Mitte. Da ferner Durchschnittslinie der Mondbahn mit der Ekliptik sehr derlich ist und in 19 Jahren ihren ganzen Umkreis um rde vollendet, so wird dieselbe Hälfte der Mondbahn hre über und ebenso lange unter der Ekliptik liegen, nan wird daher, der Wahrheit gemäfser, sagen können, lie Mondbahn mit der Erdbahn ganz zusammen falle und mit dem Mondäquator nur den Winkel von 5° 9′ bilde. ieser sehr geringen Schiefe wird sich also auch die Sonne ber 5° 9′ nördlich oder südlich vom Mondäquator ent- oder die Bewohner dieses Aequators werden die Sonne nzes Jahr hindurch immer sehr nahe zur Mittagszeit in Zenithe sehn, und ebenso wird jede andere Gegend au- lem Aequator die Sonne, im Sommer wie im Winter, n derselben mittägigen Höhe über sich erblicken. Die wohner z. B. werden sie stets nur in ihren Horizonten also einen ewigen Winter haben, während die am tor einen immerdauernden Sommer geniefsen. Auf un- Erde geht für eine Breite über 66½ Grad die Sonne mehrere Tage im Jahre nicht auf oder nicht unter, wäh- dieses auf dem Monde erst bei einer Breite über 88½ der Fall ist. Die Seleniten haben also keine eigentli- Jahreszeiten mehr, ihre Tage sind das ganze Jahr von gleicher Länge und die Länge ihres Jahres endlich ist ires Tages gleich, wenn man unter Tag die Zeit von Aufgange der Sonne bis zum nächsten versteht.

enn man aus der oben angegebenen Lage der Mondbahn die Ekliptik die Neigung der Mondbahn N gegen den ien Aequator durch Rechnung sucht, so findet man, k die Länge des aufsteigenden Knotens der Mondbahn er Ekliptik bezeichnet,

Digitized by Google

für k = 0° ..... N = 28°37
90° 24 0
180° 18 19
270° 24 0

so dafs also im ersten Falle N gleich der Summe der
der Ekliptik 23° 28′ und der Neigung 5° 9′ der Mon
gegen die Ekliptik, im dritten Falle aber gleich der Di
dieser beiden Gröfsen ist. Schon daraus läfst sich a
grofse Unterschied der Declinationen des Monds zu ve
denen Zeiten zum Theil erklären. Allein es giebt no
nen andern sehr auffallenden Unterschied in der Hö
Mondes, der mit einiger Aufmerksamkeit von Jedermann
obachtet werden kann und der eine ganz andere Ursa
Man bemerkt nämlich, dafs im Sommer, z. B. in den
ten Junius und Julius, der Vollmond immer nur eine sehr
mittägige Höhe hat, kleiner selbst, als die Sonne im
dagegen er zur Zeit des Neumonds sich wieder sehr h
her als die Sonne im Sommer, über unsern Horizont
Umgekehrt ist es im Winter, wo der Mond zur Zei
Vollmonds eine sehr grofse und an den Tagen sein
monds wieder nur eine sehr kleine mittägige Höhe
Der Grund davon ist im Folgenden zu suchen. D
steht, wie allgemein bekannt, im Winter um Mittag
drig und im Sommer sehr hoch. Für Wien sind d
den Höhen 65 und 18, also ihre Differenz 47 Grade
gröfser und kleiner werden diese beiden ersten Z
solche Orte, die näher bei den Polen liegen, ob
Differenz für alle Orte der Erde immer dieselbe, näml
der doppelten Schiefe der Ekliptik, die 23° 28′ ist
Für Archangel z. B., dessen geographische Breite
31′ ist, steigt die Sonne zur Mittagszeit im Somme
Höhe von 49, im Winter aber nur auf 2 Grade. D
selbe mufs daher auch für den Mond zur Zeit des
gelten, da er für diese Zeit immer nahe an demselbe
des Himmels gesehn wird, wo die Sonne selbst ist.
hat also zur Zeit des Neumonds im Sommer eine s
und im Winter nur eine sehr kleine mittägige Höhe
am Tage des Vollmonds steht der Mond an dem
entgegengesetzten Puncte des Himmels, er steht
Sonne gegenüber und ist daher in Rectascension von

Digitized by Google

80 Grade verschieden, die Declination des Mondes aber he ebenso grofs, als die der Sonne, nur von entgegen- ttem Zeichen, so dafs, wenn z. B. die Declination der 20° nördlich ist, wie um die Mitte der Monate Mai lulius, die Declination des Mondes gleich 20°, aber süd- d. h. gleich der Declination der Sonne zur Zeit der Mitte rs und Novembers seyn wird, so dafs also der Mond an Tage des Vollmonds im Winter zu Mittag sehr hoch, mmer aber nur in einer sehr geringen Höhe über dem nte stehn wird, übereinstimmend mit dem, was oben worden ist.

Temperatur auf der Oberfläche des Mondes.

Vegen dieser Eigenheiten der Tags- und Jahreszeiten londes wird auch die Temperatur auf seiner Oberfläche er auf unserer Erde sehr verschieden seyn. Auf der Erde n die näher bei den Polen liegenden Gegenden, die in Winter einer sehr grofsen Kälte ausgesetzt sind, im er durch die sehr langen Tage wieder beträchtlich er- , so wie auch die Gegenden der heifsen Zone zur Zeit olstitien, wegen des schiefen Standes der Sonne, wieder abgekühlt werden. Anders aber verhält es sich auf dem e, wo die den Polen nähern Orte die Sonne immerfort n ihrem Horizonte und die dem Aequator nahen Orte mer in der Nähe ihres Zeniths sehn und wo aufserdem e Orte des Monds die Tags- und Nachtzeiten durch das Jahr nahe von gleicher Dauer sind, so dafs also hier von jenen Compensationen statt findet, die wir auf un- Erde treffen und die so wohlthätig auf das gesammte - und Pflanzenreich einwirken.

azu kommt, dafs die den Mond umgebende Atmosphäre, sie überhaupt existirt, eine so geringe Dichtigkeit hat, ie gewifs noch nicht mit der Dichtigkeit unserer Luft len höchsten Bergen der Erde verglichen werden Eine so ungemein dünne Luft ist aber, wenn sie an- er unsern gleicht, auch nur einer sehr geringen Erwär- durch die Sonnenstrahlen fähig, so dafs es daher auf berfläche des Mondes, aller Wahrscheinlichkeit nach,

Digitized by Google

besonders an den Polen desselben, ungemein kalt seyn wird, wenigstens für unser Gefühl, für welches auch die stets gleiche 14 Tage lange Gegenwart und Abwesenheit der Sonne keine sehr angenehmen Folgen haben könnte, so dafs wir, in den Aequator des Mondes versetzt, immer abwechselnd zwei Wochen einer brennenden Sonnenhitze und ebenso lange wieder einer alles erstarrenden Kälte ausgesetzt seyn würden. Vielleicht dafs auf diese Art alle Feuchtigkeit, Flüsse, Seen, Wolken und Nebel, von der der Sonne ausgesetzten Seite des Monds, durch eine Art von Destillation im Vacuum, auf die andere, auf die Nachtseite des Monds gebracht wird, wo aus dann eine grofse Trockenheit unter der verticalen Sonne und eine immer zunehmende Kälte und Feuchtigkeit auf der Nachtseite folgen würde. Vielleicht bilden sich dadurch auch eigene Wassersammlungen an den Lichtgrenzen des Mondes, die dann in jedem Monate die ganze Oberfläche des Mondes gleich wandernden Seen durchziehn. Auch wäre es möglich, dafs eine immerwährende Verdampfung auf der hellen und eine Verdichtung auf der beschatteten Seite des Mondes eine Art von Gleichgewicht der Temperatur erzeugten, wo durch wenigstens die Extreme derselben wieder gemildert werden könnten.

P. Atmosphäre des Mondes.

Die Astronomen haben sich lange nicht darüber vereinigen können, ob der Mond eine Atmosphäre habe oder nicht. Gegen die Existenz derselben erklärten sich Lahire, de l'Isle und Andere, vorzüglich aber Tob. Mayer; für dieselbe aber Dom. Cassini, Bianchini, Euler, Boscovich, Dutour, Haller u. A., bis endlich in den neuesten Zeiten Schröter das Daseyn einer Mondatmosphäre durch unmittelbare Beobachtungen nachgewiesen hat[1].

Wenn diese Beobachtungen die Existenz einer Mondatmosphäre aufser Zweifel gesetzt haben, so haben sie uns zugleich gezeigt, dafs sie von unserer Luft sehr verschieden

1 Das Werk, worin dieses geschehn ist und welches hier noch öfter angeführt werden wird, heifst: Selenotopographische Fragmente. Von J. H. Schröter. Gött. 1791. 2 Bde. 4.

n müsse, dafs sie viel feiner, reiner und trockner ist, als ere irdische Atmosphäre. Wenn unsere oben mitgetheilte othese, dafs die Dünste des Monds von seiner beleuchte- Hälfte auf die Nachtseite geführt werden, der Wahrheit äfs ist, so mag dieses zugleich die Ursache seyn, warum die erleuchtete Fläche des Mondes immer so hell und ken erscheint.

Oft sieht man dieselbe Gegend des Monds, unter dem- en Erleuchtungswinkel von der Sonne und unter ganz dense- äufsern Verhältnissen, viel heiterer oder auch dunkler als t, ja oft sieht man kleine Gegenstände gar nicht, die man h früher klar und deutlich gesehn hat. Schröter führt rere solche Beobachtungen an und Gruithuisen will sehr fig Spuren ziehender Wolken auf der Oberfläche des Monds erkt haben, was auch von Schröter an mehrern Orten es Werkes bestätigt wird. Der erste dringt mit Nach- k auf diesen Beweis für das Daseyn einer Atmosphäre des nds, da sich, wie er sagt, ein geübter Beobachter dieses mmelskörpers die erwähnten Erscheinungen durchaus nicht ers erklären kann.

Wenn der Mond auf seinem Wege am Himmel kleinen nen begegnet, so fand Schröter[1], dafs diese Fixsterne er lichtschwächer wurden, je näher sie, zwei oder drei secunden vor dem Eintritte, dem Rande des Mondes ka- n. Ohne Zweifel ist die Atmosphäre des Mondes, wie die Erde, zunächst an der Oberfläche des Monds am dich- en, daher sie hier das Licht der Sterne am meisten wächt. Bei Gelegenheit der Sonnenfinsternifs am 5. Sept. 3 fand Schröter den eben in die Sonne tretenden Mond- l nicht schwarz, sondern nur grau, und diese graue Farbe zunächst dem Mondrande am hellsten und ging gegen die te des Monds zu stufenweise in ein immer tieferes Dun- über, woraus er ebenfalls auf die Existenz einer Mond- osphäre schliefsen will. Den besten Beweis für das Da- n einer Luftart auf dem Monde glaubte er aber in der *mmerung* zu finden, die sich auf dem Monde zeigen mufs, n er in der That mit einer Atmosphäre umgeben ist. röter suchte die Spuren einer solchen Dämmerung zu-

1 A. a. O. Th. I. S. 668. Th. II. S. 524.

Digitized by Google

nächst an der Lichtgrenze, wo die helle Seite des Mondes sich von der dunklen trennt und wo die Sonne eben auf- oder untergeht. Indefs so oft er auch darauf ausging, konnte diese Dämmerung in dem ganzen Verlaufe der Lichtgrenze nicht erblicken, wahrscheinlich weil das Licht der erleuchteten Seite das Auge zu sehr blendet, um einen so schwachen Lichtschimmer noch bemerken zu können. Allein am 24. Febr. 1792 fand er zufällig, auf welche Puncte dieser Lichtgrenze man sein Augenmerk richten müsse, wenn man diese schwache Dämmerung noch beobachten will. Es war eben nach dem Neumonde und der Mond hatte nur noch die Gestalt einer sehr feinen Sichel oder eines dünnen Silberfadens. Sein Teleskop zeigte ihm diesen Faden und besonders seine beiden Endpuncte, die sogenannten Hörnerspitzen, mit der gröfsten Klarheit, aber dafür noch gar keine Spur von der übrigen dunklen Seite des Mondes oder von dem oben angeführten aschgrauen Lichte desselben. Auf einmal fing diese dunkle Seite an, sich zu entwickeln, aber nur an den beiden Hörnerspitzen und auch hier nur auf einige Grade von diesen Spitzen, während alles Uebrige der dunklen Seite noch völlig unsichtbar war. Diese Spitzen schienen jetzt in einem matten, grauen Lichte auszulaufen und dieses Licht wurde mit der Entfernung von den Spitzen stufenweise matter und schien an seinen entferntesten Enden sehr schwach begrenzt und gleichsam verwaschen zu seyn. Beide Spitzen hatten dieselbe Erscheinung und seine Messungen zeigten ihm die Länge dieses dämmernden Bogens gleich 1 Min. 20 Sec., so dafs sich derselbe nahe 20 geogr. Meilen über die Fläche des Mondes hin erstreckte. Einmal auf diese Erscheinung aufmerksam geworden, wiederholte er die Beobachtung bei jedem günstigen Neumonde. Nachdem er sich nicht nur von dem Daseyn und den Dimensionen dieses Phänomens, sondern auch davon überzeugt hatte, dafs dasselbe nichts anderes, als eine wahre Dämmerung des Sonnenlichts in der Atmosphäre des Mondes seyn könne, ging er an die Berechnung der Höhe dieser Atmosphäre, diese höher nämlich so hoch genommen, als sie noch das Licht für uns merkbar zu reflectiren im Stande ist[1]. Aus vielen solchen Berechnungen fand er im Mittel das Resultat, dafs die Höhe der

1 Vergl. Art. *Dämmerung*. Bd. II. S. 274.

osphäre des Monds über der Oberfläche dieses Himmels-
ers 7880 Par. Fufs, also nahe 0,345 einer geogr. Meile
ge, während die auf demselben Wege gefundene Höhe
Atmosphäre der Erde 8 bis 10 Meilen erreicht. Ueber
r Höhe von 0,345 Meilen ist ohne Zweifel auch noch
dluft, aber eine so dünne, dafs sie für unsere Augen kein
nenlicht mehr zurückwerfen kann, so dafs also auch die
sten Berggipfel des Mondes, die, wie wir bald sehn wer-
, über eine Meile gehn, noch immer ihre atmosphärische
üllung haben werden.

Weitere Betrachtungen dieses Gegenstandes führten Schrö-
auf die Behauptung, dafs die Atmosphäre des Monds in
n tiefsten Schichten 28mal weniger Dichtigkeit habe, als
re Atmosphäre der Oberfläche der Erde. Duséjour wollte
seiner Berechnung der Sonnenfinsternifs des Jahres 1764
nden haben, dafs die Atmosphäre des Mondes die den
drand berührenden Sonnenstrahlen um $4\frac{1}{2}$ Secunden bre-
oder dafs die Horizontalrefraction auf dem Monde $4\frac{1}{2}$ Sec.
age, während sie bei uns auf 38 Minuten steigt. Nach
ithuisen beträgt diese Horizontalrefraction auf dem Mon-
0° 6′ 18″ und die Dichte der Mondluft 0,196 der
hte unserer Atmosphäre, woraus er die Barometerhöhe auf
Oberfläche des Mondes zu $5\frac{1}{4}$ Zoll und bei diesem Ba-
eterstande die Siedehitze des Wassers zu 48° Réaum. ab-
et. Der Astronom Th. Schubert in Petersburg nimmt
Gegentheile die Horizontalrefraction auf dem Monde nahe
ch einer Secunde an, aber man sieht, dafs alle diese An-
en noch im hohen Grade ungewifs sind und wahrschein-
auch noch lange bleiben werden. Begnügen wir uns da-
, wenigstens die Existenz einer Mondatmosphäre durch
bachtungen erwiesen zu sehn.

Q. Beschaffenheit der Mondoberfläche.

Wenn es, wie vorhin gesagt wurde, in der That Wol-
auf dem Monde giebt, so kann es wohl auch daselbst an
sser, d. h. an einer unserm Wasser mehr oder weniger
lichen Flüssigkeit, nicht fehlen. Schröter glaubt aus sei-
Beobachtungen auf ein solches Wasser auf dem Monde
liefsen zu dürfen, obschon er gröfsere Seen, Flüsse u. dgl.

Digitized by Google

nie daselbst gesehn hat. Nach ihm ist der Mond keineswegs ein so ganz trockener, kreideartiger Körper, wie man ihn zu seinem Verdrusse so oft zu nennen pflegte. Das, was wir in der Topographie des Mondes *Meere* zu nennen pflegen, das *Mare Crisium*, das *Mare Foecunditatis* u. s. w. sind, seinen Beobachtungen zufolge, gewifs keine Meere, aber sie mögen es in der Vorzeit gewesen seyn. Die Circellen oder kleinen kreisförmigen Aushöhlungen, die man so häufig auf dem Boden dieser sogenannten Meere antrifft und die oft beträchtlich tief unter die äufsere Fläche dieses Bodens sich herabsenken, sind selbst in ihren tiefsten Stellen noch immer ganz trocken, wie man deutlich zu der Zeit sehn soll, wo die Sonne ihr Inneres beleuchtet. An andern Stellen seiner Werkes neigt er sich wieder mehr zu der Meinung hin, dafs alles Wasser auf dem Monde gänzlich fehle. Er finde, sagt er, nirgends eine nur etwas bedeutende Fläche, die vollkommen eben wäre. Was zuweilen ganz eben erscheint, sieht man zu andern Zeiten oft wieder mit kleinen Löchern oder Hügeln, mit Bergadern u. dgl. bedeckt, was wenigstens dann der Fall ist, wenn die zu untersuchende Stelle der Lichtgrenze sehr nahe kommt, wo dann die kleinen Erhabenheiten und Vertiefungen durch ihre Schatten deutlich hervortreten, die sie bei dem sehr niedrigen Stande der Sonne zu dieser Zeit hinter sich werfen. Auf jeden Fall, schliefst er, ist das Wasser, wenn es überhaupt auf dem Monde existirt, nur in sehr geringer Menge vorhanden und wahrscheinlich auch von einer viel geringern Dichtigkeit, als unser irdisches Wasser. Selbst unter der äufsersten Rinde des Mondes, meint er, wird man nicht viel von dieser Flüssigkeit voraussetzen dürfen, da auch die so häufigen und tiefen Gruben des Monds keine Spur desselben an ihrem Boden zeigen, während man bei uns an den meisten Stellen schon in einer geringen Tiefe oft viel Wasser findet, wie man an unsern Brunnen und Bergwerken sieht. Gruithuisen findet zwar überall auf dem Monde Anzeigen hoher Meere aus der Urzeit, die aber alle bis auf die letzten Spuren verschwunden sind. Auch sah derselbe nicht in den tiefsten Aushöhlungen, deren der Mond doch so viele hat, keine Spur von stehenden Gewässern, obgleich in ihnen neblige Bildungen nicht selten sind, die aber auch nach ihm eine Art Rauch seyn können. Doch fand er in geringern Tiefen

in der Ringfläche des Schickard und Plato, nicht selten heinungen, die ihm auf Wasser zu deuten schienen. An lken und Nebeln aber soll, nach Gruithuisen, nicht er zu zweifeln seyn, daher es auch auf dem Monde wohl en Regen, aber doch Thau geben mag, aus dem dann wohl an manchen Orten kleine Wassersammlungen, selbst ähnliche Wasserleitungen, entstehn mögen. Nach allem ergehenden wird es wohl am gerathensten seyn, die de- ve Beantwortung dieser Frage künftigen Beobachtungen berlassen.

Mehrere Beobachter haben auf der Oberfläche des Mon- Spuren von Feuer gefunden. So sahen Villeneuve und er im J. 1787 nahe bei dem Flecken Heraclides in der itseite des Monds einen hellen Punct, gleich einem Fix- der sechsten Gröfse, dessen Licht von Zeit zu Zeit an sität ab- und zuzunehmen schien. Piazzi sah oft hell- tende Puncte zur Zeit des Neumonds auf der Oberflä- dieses Satelliten und er hielt sie für selenitische Brände. schel sah im April 1787 in der Nachtseite des Monds Lichtflecken, deren jeder nahe eine halbe geogr. Meile im hmesser hatte, und er glaubte, dafs es Eruptionen von dvulcanen wären. Dieselbe Meinung hegte Schröter[1] einem ähnlichen Lichte, das er in der Nachtseite des ds gesehn hatte, während er ein anderes, im *Mare Va-* beobachtetes Licht für eine Feuersbrunst erklärte. Am October 1789 bemerkte er in der Nachtseite des Monds zwar im *Mare Imbrium* mehrere Lichtfunken, von wel- jeder die Helligkeit der erleuchteten Mondfläche hatte, als diese Funken ihren Weg über die halbe Scheibe des ds zurückgelegt hatten, kam ein zweiter ähnlicher „Licht- del" nach, welcher in derselben Richtung über den Mond og. Nach der beigefügten Zeichnung bestand jeder dieser tsprudel aus etwa zwanzig einzelnen Funken, deren jeder Durchmesser 0,4 einer Secunde oder 2250 Par. Fufs haben hte. Gruithuisen hält sie aber für Fragmente einer kurz r geplatzten Feuerkugel, deren Trümmer zwischen der und dem Monde vorbeiflogen. Am 3. Mai 1715 sah

1 A. a. O. Th. I. S. 592. Taf. 40. Fig. 6.

Digitized by Google

Louville[1] in London zur Zeit einer totalen Sonnenfinsterniss eine einem Blitze ähnliche Erscheinung über den Mond ziehn; andere Beobachter derselben Erscheinung vergleichen sie mehr mit einem fortbrennenden Pulvergange, der eine Mine anzünden soll. Auch dieses Phänomen hält Gruithuisen für von einer Feuerkugel verursacht. Man mufs bedauern, dafs die meisten dieser Erscheinungen nicht umständlich und genau genug beschrieben worden sind, um daraus mit einiger Verläfslichkeit Schlüsse ziehn zu können.

Dieser Gegenstand leitet übrigens gleichsam von selbst auf die *Vulcane*, von denen man immer so viele im Monde gesehn haben will. Schröter scheint nicht zu zweifeln, dafs dieses wirkliche, wenn auch jetzt schon gröfstentheils erloschene Vulcane sind. Der bloſse Anblick des Monds, sagt er, zeigt schon, dafs es hier in der Vorzeit sehr viele und gewaltige vulcanische Eruptionen gegeben hat und zwar mehrere sehr ausgebreitete und zu verschiedenen Epochen wiedergekommene Eruptionen. Nach ihm müssen es ganz ungeheuere innere Kräfte gewesen seyn, welche die Berge des Mondes auf so grofse Höhen getrieben und aus mehrern von ihnen Vulcane gebildet haben, deren Krater 15, 20, ja selbst 30 geogr. Meilen im Durchmesser hat, wahre Giganten gegen unseren Aetna und Vesuv, deren Krater nur eine Oeffnung bei jenem von 4000 und bei diesem von 1800 Fufs hat. Gruithuisen im Gegentheile findet überall auf dem Monde keine Spur von vulcanischen Formationen, kein Anzeichen von einem eigentlichen Krater, dafür tritt ihm desto deutlicher die Diluvialformation beim Monde auf, indem er überall nur angeschwemmtes Land sieht. Die vielen Ringgebirge sind ihm durch das Einschlagen von kugelartigen Weltkörpern in die anfänglich noch weiche Masse des Mondes entstanden, die sich in die Tiefe des Monds versenkt und jene runden Höhlen zurückgelassen haben. Man sieht, dafs wir uns begnügen, die Ansichten zweier so ausgezeichneter Beobachter des Mondes neben einander aufgestellt zu haben.

Schon der erste Anblick des Mondes durch ein gutes Fernrohr zeigt uns eine grofse Anzahl von Flecken, die sich zum Theil als Berge, als Thäler und Schluchten oder als

1 Mém. de Paris. 1715. p. 96. u. 126.

als sehr weit verbreitete Ebenen deutlich erkennen
Diese Gegenstände lassen sich zweckmäfsig unter fol-
lbtheilungen bringen.

Ringgebirge oder *Wallebenen.* So nennt man die
Monde so häufig vorkommenden Flächen, die rings-
einer meistens kreisförmigen Gebirgsreihe kranzartig
ı sind. Die innere, von diesen Gebirgen eingeschlos-
iche ist meistens convex oder gewölbartig aufgetrieben
mehrern Stellen mit kleinen Bergen oder Löchern be-
Diese innere Fläche hat oft einen scheinbaren Durch-
von einer, von zwei und selbst von mehrern Bogen-
Da aber eine Bogenminute, auf der Mitte der uns
n Mondscheibe, nahe 15 geogr. Meilen beträgt, so ist
chmesser dieser kreisförmigen Wallebenen oft 15, 30
ır Meilen. In der diesem Artikel beigelegten General-
s Monds findet man eine grofse Anzahl dieser Ring- Fig.
z. B. Ptolemäus, Alphons, Arzachel, Plato, Archi- 337.
s. w. So beträgt die von dem Gebirgskranze des
s eingeschlossene Kreisfläche, da sie einen Durch-
ön 12 Meilen hat, volle 144 Quadratmeilen und diese
ıthält nur wenige kleinere Unebenheiten, mit Aus-
nes nicht eben beträchtlichen Kraters, den man an der
der Wallebene abgebildet sieht. Der diese Fläche
le Gebirgskranz besteht aus vielen einzelnen, oft dicht
ler gereihten Bergen, von welchen die höchsten über
. Fufs haben. An der Nordseite des Kranzes sieht
i gröfsere Krater, von welchen der eine noch bei-
z in dem Kranze liegt und bei seinem trichterför-
u eine Tiefe von mehr als 7000 Fufs hat. Auch
Newton, die man in den beigelegten Zeichnungen Fig.
rn Mafsstabe abgebildet sieht, sind solche Wallebe- 338,
Ringgebirge. 339.
u.
Krater. So nennt man diejenigen, meistens eben- 340.
einem kreis- oder ellipsenartigen Ringgebirge um-
n Flächen, deren Krümmung gegen die übrige
ıe concav oder vertieft ist, so dafs diese Ringgebirge
e, becher- oder kesselförmige Fläche begrenzen, die
obern oder gröfsten Durchmesser meistens viel kleiner
die Fläche der Wallebenen, da sie gewöhnlich nur
einige wenige Meilen im Durchmesser hat. In dem

Digitized by Google

Innern dieser kesselartigen Vertiefungen, wenn sie nicht zu tief sind, findet man oft einen kegelartigen Centralberg und auch wohl noch mehrere andere kleinere Berge zerstreut. Einen solchen Krater findet man in der Karte unter den Namen Vi-
Fig. 341. truv und Plinius abgebildet, während die mit L und M bezeichneten Gegenstände Wallebenen sind und zur ersten Classe gehören. Auch von diesen Kratern giebt es sehr viele, selbst gröfsere, auf dem Monde, während die Anzahl der kleineren ins Unendliche zu gehn scheint, wie denn schon eine kleinere Karte bei m, m, m... eine sehr grofse Menge derselben zeigt, die bald isolirt in gröfseren Flächen, bald auch mitten in andern Gebirgen, besonders in den Kranzgebirgen der Wallebenen und selbst der gröfseren Krater stehn. In Fig. 340. sind dergleichen Krater bei a und b und mehrere kleine bei n, n, n.. abgebildet.

III. *Kettengebirge*, an einander hängende Berge, die in einer meistens gekrümmten Richtung über die Mondfläche hinziehn, ohne einen gegebenen Raum einzuschliefsen, während sie zugleich die mannigfaltigsten Thäler zwischen sich bilden. Eines der gröfsten dieser Kettengebirge sieht man in der Generalkarte auf der Westseite von Cassini, Aristipp und Atlanticus bis zu Eratosthenes eine Strecke von mehr als 200 Meilen fortlaufend. Der südlichste Theil dieser Kette heifst die Apenninische Gebirge. Kleinere Kettengebirge sieht man in Fig. 340. bei mm und das gabelförmige bei pp.

IV. *Bergkegel* sind, wie schon ihr Name sagt, kegelförmige Berge, die isolirt in der sie umgebenden Ebene stehn und sich meistens sehr schroff über dieselbe erheben. Hierher gehören auch alle übrigen isolirten Berge, wenn sie auch nicht genau die Gestalt eines Kegels haben. Dergleichen sieht man in Fig. 338. bei t, m, q und rings um B, ebenso in Fig. 339. bei k, c und f und endlich in Fig. 340. bei f und g.

V. *Rillen* oder *Bergadern*, schlangenartige Vertiefungen oder auch zuweilen Erhöhungen von geringer Breite, aber sehr grofser Länge, unseren Thalwegen, ausgetrockneten Bachbetten oder Strafsen ähnlich. Gewöhnlich führen sie von einem Krater zum andern. Eine sehr ausgezeichnete sieht man in Fig. 338. von dem Ringgebirge Newton über n, l, nach einem Bergkegel m und über n, l, o, p gegen Süd laufen. Die Generalkarte zeigt noch gröfsere solcher Rillen

oders in dem *Mare Serenitatis* und im südlichen Theile *Mare imbrium.*

VI. *Schluchten* oder *Löcher* sind meistens sehr tiefe enkungen, deren oberste Oeffnung gewöhnlich kreisrund Mehrere unter ihnen sind sehr grofs, so dafs der Durcher ihrer obern Oeffnung zehn, zwanzig und mehr Meilen ihre Tiefe eine halbe, ja zuweilen selbst fast eine ganze e beträgt. Sie finden sich wohl auch in Ebenen, doch tens in Bergen eingesenkt, aber ohne, wie die Ringge- und Krater, mit einem aufgeworfenen Walle umgeben yn. Ihre Vertiefungen sind meistens becken- oder trichig ausgehöhlt. Dergleichen Schluchten sieht man in Fig. am südwestlichen Rande des Plato bei g und in der des Montblanc, wo sie, so lange die Sonne nicht senküber ihrer Oeffnung steht, wie ganz schwarze Kreise einen.

VII. Endlich die sogenannten *Meere* oder weitverbreitete en, die nur da und dort zerstreute Berge, Klüfte oder haben. Ein solches ist das *Mare Imbrium* im grofsen abe, obschon nur dessen nördlicher Theil, in den Charig. 338, 339 und 340. In der Generalcharte erscheinen s grofse, dunkelgraue Flecken, wie das *Mare Crisium, Foecunditatis, Tranquillitatis, Serenitatis* u. s. w. Hierhört auch der *Oceanus procellarum* auf der Ostseite des s, der *Sinus epidemiarum* westlich von dem *Mare humi*, der *Sinus iridum* im NO. des *Mare imbrium*, der *somniorum* westlich von Posidonius u. s. w. Gruithuisen unterscheidet von diesen Ebenen mehrere Arten.

1. Diejenigen, die schon bei ihrem Sonnenaufgang sehr lgrau erscheinen, gleich unsern Waldern von Nadelholz, nd meistens von nur geringer Ausdehnung von zwei bis Quadratmeilen, wie z. B. der Flecken Schröter, Rheticus, s u. a.

2. Die zweite Art von Flächen erscheint kurz vor der wo die Sonne über ihnen aufgeht, in einer bleichen Farbe ndlich bei Sonnenaufgang selbst ganz bleich, aber sie n, je länger die Sonne über ihnen steht, desto dunkler, , acht oder zehn Tage nach ihrem Sonnenaufgang, ganz rzgrau werden. Hieher gehört der Flecken Timäus,

Hercules, Mercur, Zoroaster, die Mitte Grimaldi's und di innere Wallebene des Alphonsus, des Cleomedes u. s. f.

C. Die dritte Art bilden diejenigen Flächen, die bei Son nenaufgang mit einem dünnen Nebel überzogen sind, der al bald darauf verschwindet, wo dann die Ebenen selbst abg blafst erscheinen, jedoch allmälig sich ins Dunkle färben, j länger die Sonne über ihnen steht. Gegen ihren Sonnenunte gang fangen sie wieder an zu erblassen. Am deutlichsten sie man diese Aenderung ihres Aussehens bei den um den Aequ tor liegenden Ebenen dieser Art, weniger klar aber an d Polarebenen. Gruithuisen hält diese und die Flecken B i mit Pflanzen bedeckte Flächen, deren Gewächse erst bei Son nenaufgang entstehn und bei Sonnenuntergang wieder vergeh Ueberhaupt soll man die graue Farbe von dem Aequator beiden Seiten bis zur Breite von $\pm$ 50° vorherrschend finde näher nach den beiden Polen hin wird sie immer s Hierher gehört z. B. das *Mare Imbrium*, *Vaporum*, *Nubium* *Serenitatis* u. s. w.

Auch bei den oben unter No. V. erwähnten Rillen u terscheidet Gruithuisen vorzüglich zwei Gattungen. *A. Flu bettartige Gebilde*, die ihm Strafsen zu seyn scheinen. D hin gehört die Rille, welche in SSO. bei Triesnecker anfä und im *Mare Vaporum* mit sieben Flufsarmen endet; die zw Rillen, die im Agrippa entspringen und in der Kluft des H ginus enden u. s. f. *B. Geräumte*, wie er jene *geräumten* Rillen meistens von beträchtlicher Breite nennt, die immer in dunkelgrauen Gegenden getroffen werden, gleich Wal alleen, die durch grofse Wälder führen. Sie bestehn aus sen rechten Einfurchungen in die sie umgebenden Flächen von bis 80 Fufs Tiefe, völlig ohne Seitenwall und nur dann g sichtbar, wenn die Sonne eben über ihnen auf- oder unt geht. Gewöhnlich führen sie zu ausgezeichneten Bergen Wallgebirgen oder zu Klüften. Man sieht ein solches räumte, das die Form des Buchstabens T hat, in der Ebene des Posidonius; ein anderes führt von Eratosthenes Copernicus u. s. w. Wieder andere durchschneiden sich geben das Ansehn eines mit Absicht angelegten Canals wie z. B. die Geräumte südlich vom Agrippa oder die südlich am Bullialdus liegenden Rillen u. s. w.

Schröter ist der Ansicht, dafs alle diese Gebilde auf
Oberfläche des Mondes, die so häufig sind und von gro-
Zerstörungen in der Vorzeit zeugen, zu einer Epoche
anden seyn müssen, wo die Masse des Mondes schon
t mehr weich oder hinlänglich mit Wasser gemischt ge-
n ist, während im Gegentheile die Gebirge unserer
offenbar aus einer sehr weichen Masse durch Diluvial-
ation entstanden seyn sollen. Auf dem Monde aber hät-
nnere vulcanische Kräfte oder Dämpfe die bereits erhär-
Masse in die Höhe gehoben, wobei diese Masse durch
grofse Erhitzung an vielen Stellen in Flufs gerathen sey
so durch Schmelzung jene regelmäfsigen Gestalten gebil-
abe, deren wir jetzt so viele auf dem Monde finden.
weifelt daher nicht weiter daran, dafs die Vulcane in der
eit auf der Oberfläche des Mondes viel thätiger gewesen
als auf unserer Erde. Auch soll man deutlich sehn, dafs
blofs eine, sondern mehrere allgemeine Revolutionen
em Monde zu verschiedenen Epochen statt gehabt haben,
man so häufig in den Ringgebirgen und Kraterumge-
n wieder neue, kleinere Krater finde, die von einer
ation in späteren Zeiten kommen. Schröter giebt ferner
ine allgemeine Bemerkung an, dafs alle Ringgebirge und
r von grofsem Durchmesser nie sehr hoch sind, während
Wälle der kleinern Krater oft eine bedeutende Höhe ha-
die höchsten Berge des Mondes aber finde man immer
n den nicht kraterhaltigen Gebirgen. So gehn die Berge
n Wällen der Ringgebirge nicht leicht über 9000 Fufs,
nd der Montblanc bis zu einer Höhe von 12000, Leib-
nd Dörfel sogar bis 25000 Fufs heransteigen. Schröter
, dafs bei jenen grofsen Revolutionen, welche dem Mon-
ine gegenwärtige Gestalt gegeben haben, diese höchsten
dadurch entstanden sind, dafs bei ihnen die innere ela-
e Kraft zu keinem Durchbruche kam, also keinen ei-
chen Krater, sondern nur eine grofse Aufschwellung des
s erzeugte. In der That haben auch eben diejenigen
den, welche mit den höchsten Gebirgen versehn sind,
wenigsten Krater. Ebenso sind umgekehrt in allen kra-
chen Gegenden auch die meisten Bergadern und Rillen
hn und diese letzteren laufen beinahe immer nur von
Krater zum andern. Diese Rillen bezeichnen also gleich-

Digitized by Google

sam den Weg, welchen die innern Kräfte nahmen, gleich unsern Maulwurfswegen, indem sie, so lange diese Kräfte hinlänglichen Widerstand fanden, blofs die Erde über ihnen erhoben, wenn sie aber zu alten Kratern kamen, über der Oberfläche hervor brachen und auch wohl, neben jenen, wie der neue Krater bildeten, daher man diese so oft und in grofser Nähe bei jenen sieht. Bemerken wir noch mit Schröter, dafs die *innere* Fläche der Ringgebirge, wie bereits oben gesagt wurde, *convex* und gleichsam blasenartig aufgetrieben erscheint, zum Zeichen, dafs auch hier noch eine innere Kraft thätig war, aber dafs sie nicht zum Ausbruche kommen konnte.

Die oben erwähnten Kettengebirge laufen häufig aus einem gemeinschaftlichen Mittelpuncte strahlenartig nach mehrern Seiten aus und bilden eine Gattung von Stern. Ausgezeichnete Gebilde dieser Art und im gröfsten Style findet man bei Tycho, Kepler, Copernicus u. A. Das eigentlich Charakteristische aber in dem Baue der Oberfläche dieses Himmelskörpers ist immer der Ringgebirgstypus. Die von Bergringsum eingeschlossenen Flächen oder die Wallebenen und ebenso die Krater, welche beide Bildungen bei weitem in zahlreichsten unter allen übrigen auf dem Monde vorkommen sind durchaus von kreisförmiger oder doch von elliptischer Gestalt, welche letztere aber öfter nur scheinbar ist, wenn nämlich der Kreis näher am Rande des Mondes steht, wo er uns, seiner schiefen Lage wegen, als eine Ellipse sich darstellen mufs. Auf unserer Erde ist diese Kreisbildung der Berge und Thäler wohl nur selten, obwohl solche in einzelnen Gegenden vorkommen, wie man z. B. in Breislak's Charte von den Umgebungen Neapels und den Campi Phlegräi und in Desmarest's Charte vom Puy de Dôme in der Auvergne sieht.

Bei den Gebirgen, mit welchen der Mond ganz bedeckt ist, fällt vor allem die ungemeine Höhe derselben auf. Die Berge in Quito steigen bis zu einer Höhe von 20000 Par. Fufs und die des Himalajagebirgs bis 24000 Par. Fufs. Die Höhe der letztern beträgt also nahe den 820sten Theil des Halbmessers der Erde. Allein in dem viel kleinern Monde giebt es Berge, wie Leibnitz, Dörfel, d'Alembert und Hevel, die sich nahe ebenso hoch, wie der Himalaja, über die sie umgebende Fläche erheben. Da aber der Halbmesser des

ds nur 235 geogr. Meilen oder 5367900 Par. Fufs beträgt, st die Höhe dieser Mondberge schon der 223ste Theil des messers des Mondes, so dafs demnach, in Beziehung auf Halbmesser dieser beiden Weltkörper, die Berge des ds ebenfalls $\frac{1}{223}$ oder nahe viermal gröfser sind, als die Erde.

Dabei erscheint es merkwürdig, dafs bei dem Monde, wie llen Planeten, die meisten höchsten Berge immer nur in üdlichen Hemisphäre angetroffen werden. Schröter hat lbe auch bei Mercur und Venus gefunden, und auf der s besonders einen Berg, dessen Höhe über sechs geogr. n, also nahe siebenmal mehr als die Höhe des Chimo beträgt.

lier folgt ein Verzeichnifs der vorzüglichsten Berge des s, wie sie Schröter gemessen hat. Die zweite Co- giebt die Höhe in Par. Fufs und die dritte den Durchr der Basis des Berges in geogr. Meilen. Das Gebirge ıtz hat vier und Dörfel drei ausgezeichnete Bergkuppen, ier durch römische Zahlen unterschieden sind.

ien der Ringgebirge im Ganzen oder im Mittel aus dem Contour genommen.

	Höhe		Basisdurchmesser	
till	6600	Par. Fufs . .	10	□ Meil.
olycus	5400	— . . .	6	—
imedes	4800	— . . .	13	—
o, Aristarch, Newton	3000	— . .	—	—
ilius, Heraklides . .	1800	— . .	—	—

gezeichnete Höhen einiger einzelnen Bergkuppen mitten in den Ringgebirgen.

	Höhe		Basisdurchmesser	
acaille . .	10200	Par. Fufs . .	6	□ Meil.
ratosthenes .	9000	— . .	7	—
ato . . .	8400	— . .	15	—
rchimedes . .	6600	— . .	13	—

Digitized by Google

In Ebenen stehende, isolirte hohe Berge.

	Höhe		Basisdurchmesser
Leibnitz I	25200	Par. Fufs	8 □Mil.
— II	25000	—	10 —
— III	24600	—	7 —
— IV	24000	—	5 —
Dörfel I	25100	—	6 —
— II	24600	—	13 —
— III	23400	—	6 —
Huyghens	19800	—	9 —
Calippus orientalis	15600	—	5 —
Bradley	14600	—	4 —
Montblanc	13200	—	3 —
Hadley	12600	—	2 —
Wolff	11400	—	8 —
Purbach	10200	—	2 —

Einzelne Centralberge in der Mitte von Wallebene.

	Höhe		Basisdurchmesser
Im Pythagoras	6000	Par. Fufs	3 □Mil.
Im Albategnius	5400	—	2 —
Im Walther	4800	—	2 —
Im Argaihel	3100	—	2 —
Im Alphonsus	3000	—	3 —

Von den zwei höchsten Bergen liegt Leibnitz nahe a... lichsten Rande des Monds, zwanzig Grade über Ma... Dörfel liegt nahe in derselben Breite mit Leibnitz, ... westlicher; beide also liegen nahe an dem südlich... des Monds. Man hat häufig behauptet, dafs d... Rand des Monds keine Berge, die über diesen Rand ... ragen, enthalte, allein man sieht sie nur mit gew... Fernröhren nicht leicht, aufser bei Sonnenfinsternissen, ... dunkle Mondscheibe auf dem hellen Hintergrunde d... diese Randgebirge sehr deutlich zeigt. So sah Schr... der Sonnenfinsternifs des 5. Sept. 1793, bei dem E... Monds in die Sonne, den schwarzen Mondrand sehr ... zackt und mit hohen Bergen versehn, die bis 3½ S... über den Mondrand hervorragten und also eine Höhe ... einer geogr. Meile hatten. Diese Berge gehörten zu ...

Digitized by Google

welches er mit dem Namen Dörfel bezeichnet hat. Wir
bald unten auch von Höhlen und Klüften reden, die
dem äufsersten Rande des Mondes finden.

ier wird es angemessen seyn, noch etwas über die Me-
zu sagen, wie die Höhe der Mondberge gemessen wer-
nn. Die erste und einfachste haben wir so eben ken-
ernt, wenn man nämlich die Höhe eines Randberges
t einer Sonnenfinsternifs oder wenn man mit dem Mi-
r den Winkel mifst, welchen eine solche Hervorra-
dem Auge des Beobachters macht. Da bereits be-
t, dafs jede Raumsecunde einer solchen Beobachtung
Monde 5622 Par. Fufs oder 0,245 einer geogr. Meile
so erhält man dadurch auch unmittelbar die Höhe des
vorausgesetzt dafs diese Höhe auf der Gesichtslinie
bachters senkrecht steht. Man sieht, dafs durch diese
die Höhen der Berge in den meisten Fällen zu klein
müssen.

imen wir nach einer zweiten Methode an, dafs der
in der dunklen Hälfte BaD des Mondes eben sei- Fig.
fel A von der Sonne in ⊙ beleuchtet erhalte, so dafs 342.
Linie ⊙BA eine Tangente des Kreises in B ist. Ist
) = aC = r der Halbmesser des Mondes in Theilen
auchten Mikrometers und BA = d die mit demselben
ter gemessene Entfernung des Gipfels A von der
ize BCD und endlich Aa = H die gesuchte Höhe
es, so hat man in dem bei B rechtwinkligen Dreiecke

$$(r + H)^2 = r^2 + d^2,$$

nan also die Gröfse H finden kann. Dieses Verfah-
len Nachtheil, dafs es nur in der Nähe der Quadra-
ucht werden kann, und dafs sich die Gröfse d nicht
äfst, wenn andere Berge zwischen A und D liegen,
dem Monde so oft der Fall ist.

folgende dritte Methode ist von diesen Beschränkun-

Sey für die Zeit der Beobachtung ☾ die Länge
ie Breite des Mondes, so wie ⊙ die Länge der Sonne
r Halbmesser des Monds in Theilen des Mikrometers.
gemessene senkrechte Distanz des Berges f von der
ize DFE in denselben Theilen des Mikrometers aus- Fig.
und h die Höhe der Sonne über dem Gipfel des Ber- 343.
bezeichnen wir durch d' und h' dieselben Gröfsen

Digitized by Google

für das Schattenende des Berges, so findet man die gesuchte Höhe H des Berges durch folgende Ausdrücke:

$$\text{Cos.}\,\Delta = \text{Cos.}\,(\mathbb{C} - \odot)\,\text{Cos.}\,\beta,$$

$$\text{Sin.}\,h = \frac{d}{r\,\text{Sin.}\,\Delta},\quad \text{Sin.}\,h' = \frac{d'}{r\,\text{Sin.}\,\Delta},$$

$$\frac{H}{r} = \frac{\text{Cos.}\,h'}{\text{Cos.}\,h} - 1.$$

Ist aber, wie gewöhnlich, der Abstand des Berges von der Lichtgrenze nur klein, so sind auch h und h' nur geringe Gröfsen und daher

$$\frac{\text{Cos.}\,h'}{\text{Cos.}\,h} - 1 = \frac{2\,\text{Sin.}\,\frac{h+h'}{2}\,\text{Sin.}\,\frac{h-h'}{2}}{\text{Cos.}\,h} = (h-h')\,\text{Tang.}\,h$$

und aufserdem

$$h - h' = \frac{d - d'}{r\,\text{Sin.}\,\Delta},$$

so dafs man daher folgende Ausdrücke hat:

$$\text{Cos.}\,\Delta = \text{Cos.}\,(\mathbb{C} - \odot)\,\text{Cos.}\,\beta,\quad \text{Sin.}\,h = \frac{d}{r\,\text{Sin.}\,\Delta}$$

und

$$H = (d - d')\,\frac{\text{Tang.}\,h}{\text{Sin.}\,\Delta},$$

wo demnach (d — d') die gemessene Länge des Schattens bezeichnet. Ist der Mond endlich sehr nahe an seiner Quadratur, so ist auch sehr nahe $\Delta = 90°$ und daher sofort

$$\frac{H}{r} = \frac{(d - d')}{r}\,\text{Tang.}\,h.$$

Um darauf ein Beispiel anzuwenden, so beobachtete Schröter am 8. October 1788 den felsenähnlichen Pico im nördlichen Theile des Walles von Plato. Für den Anfang des Schattens oder für die Spitze des Berges wurde gefunden d = 22 und für das Ende des Schattens d' = 18 Mikrometertheile, während der Halbmesser des Monds r = 222,25 solcher Mikrometertheile betrug. Weiter war für die Zeit dieser Beobachtung $\odot = 196°\,5'$, $\mathbb{C} = 303°\,7'$ und $\beta = +\,4°\,3'$, so dafs man also hat $\Delta = 106°\,58'$, $h = 5°\,56'$, $h' = 4°\,51'$ und $\frac{H}{r} = 0{,}0018$, oder die gesuchte Höhe des Berges betrug 0,00

ıdhalbmesser, denselben zu 234 Meilen oder 5345030 Par.
s genommen, d. h. also H = 9621 Par. Fufs.

Nach den abgekürzten Formeln ist d — d′ = 4, h = 5° 56′, auch

$$\begin{aligned} \text{Log.}(d - d') &= 0{,}60206 \\ \text{Log. Tang. } h &= 9{,}01673 \\ & \quad 9{,}61879, \\ \text{Log. r Sin. } \Delta &= 2{,}32751 \\ & \quad 7{,}29128 \end{aligned}$$

$$\frac{H}{r} = 0{,}0019,$$

e wie zuvor. Um sich von dem vorhergehenden Aus- Fig. 344.
ke für $\frac{H}{r}$ Rechenschaft zu geben, sey A a = H die Höhe
Berges und B A die Richtung nach der Sonne ⊙, so ist
C = 90° — h und A B C = 90° + h′, also auch $AC = BC \cdot \frac{\text{Cos. } h'}{\text{Cos. } h}$
r $H + r = r \frac{\text{Cos. } h'}{\text{Cos. } h}$, wie zuvor.

So wie die Berge des Monds sich durch ihre Höhe aus-
hnen, so werden auch mehrere Löcher in demselben von
z ungewöhnlicher Tiefe gefunden. Die folgende kleine Ta-
giebt die merkwürdigsten derselben. Die erste Columne
hält die Tiefe in Par. Fufs und die zweite die Durch-
ıser ihrer obersten Oeffnung in geogr. Meilen.

	Tiefe	Durchmesser
nbert, Manilius, Calippus, nchini, Euler, Autolycus)	9000 Par. Fufs	2½ bis 3 Meil.
dox, Thebit, Pytheas	11000 —	7
licon occidentalis	13000 —	4
noulli	18000 —	3½

HRÖTER fand selbst den untersten Boden dieser tiefen Be-
n, so oft er von der Sonne beschienen wurde, immer leer
n aller Feuchtigkeit. Uebrigens giebt es noch eine grofse
nge solcher tiefer, trichterartiger Höhlen auf dem Monde.
sah SCHRÖTER am 20. Nov. 1791 in dem östlichen, völ-
scharf beleuchteten Mondrande einen grofsen Ausschnitt
lich von Mersennius und nahe 5 Minuten südlich von Gri-
ıldi, dessen Tiefe über 16000 Par. Fufs betrug. Am 15

Digitized by Google

Februar 1792 sah er diese grofse Randöffnung wieder und überzeugte sich, dafs es gewifs kein blofser dunkler Fleck sey. Ueberhaupt sind diese Vertiefungen, so wie die Berge am beleuchteten Mondrande nicht so selten, als man vor früher, blofs auf das Zeugnifs von schwächern Fernröhren hin, glaubte. Der zweite Theil des erwähnten Werks von Schröter enthält sehr viele Beobachtungen dieser Art.

Hierher gehört auch das sonderbare *Loch im Monde*, das der spanische Admiral Don Ulloa bei Gelegenheit der totalen Sonnenfinsternifs des 14. Juni 1778 zur See beobachtet hat[1]. Kurz vor dem Ende dieser totalen Sonnenfinsternifs sah er, während einer Zeit von etwa 1¼ Minute, einen sehr kleinen lichten Punct der Sonne innerhalb des Mondrandes, der ganz einem Sterne der dritten Gröfse glich. Dieser Punct hatte durch ein Dampfglas besehn, gleiche Lichtstärke und Farbe mit dem Sonnenlichte. Don Ulloa schliefst aus dieser Beobachtung, dafs der Mond an dieser Stelle, innerhalb seines Randes, ein Loch haben müsse, durch welches er die hinter dem Monde stehende Sonne scheinen sah. Beim Vollmonde sagt er, könne man diese Oeffnung allerdings nicht sehn, weil sich die reflectirten Sonnenstrahlen nach allen Richtungen durchkreuzen und so gleichsam das Loch unsichtbar machen[2]. Dieser leuchtende Punct befand sich am nordwestlichen Mondrande ein wenig mehr gegen Norden, als der Punct, wo die Sonne am Ende der totalen Finsternifs zuerst wieder sichtbar wurde. Schröter[3] hält dieses vermeintliche Loch für eine der oben erwähnten Eintiefungen des Mondrandes, durch welche die Sonne bei ihrem Austritte aus der totalen Verfinsterung zuerst wieder als ein kleiner heller Punct sichtbar wurde, während alles Uebrige der Sonnenscheibe von dem Monde noch bedeckt war. Schröter fand auch in der That am 26. Dec. 1794 einen solchen Einschnitt am nordwestlichen Mondrande westlich von Thales und er nannte ihn deswegen Don Ulloa. Diese Einsenkungen sind aber durchaus keine Kraterbecken, denn diese würden am Rande des Mondes nicht auf diese Weise erscheinen können, sondern sie

1 Mém. de Berlin. 1778. Journ. des Savans. 1780. Juin.
2 Berlin. Jahrbuch 1781. Th. II. S. 161.
3 A. a. O. Th. II. S. 585.

ahre Einschnitte der Oberfläche, ohne Randgebirge um
ı haben; es sind Thäler, die unter die allgemeine Ku-
ıe des Mondes eingesenkt sind. Wenn sie in ihrer
zufällig gegen unser Auge gerichtet sind, erscheinen sie
cher des Randes, aber nicht innerhalb desselben oder
ım Rande selbst noch umgeben, was offenbar nur durch
ptische Täuschung bei Ulloa bewirkt wurde. Ohne
l giebt es auch innerhalb des Randes, näher bei dem
ıuncte des Mondes, noch mehrere solcher Vertiefungen,
ınnen sie nur dort nicht mehr so gut sehn. Aber ein
hes, durch den ganzen Mond gehendes Loch anzu-
n ist doch gewifs gar zu sonderbar und ein solches kann
tens auf die Autorität eines einzigen Beobachters hin
ıngenommen werden.

ı wäre interessant zu wissen, ob auf dem Monde auch
och Veränderungen vor sich gehn, neue Vulcane oder
entstehn u. dgl., wie auf unserer Erde wohl der Fall
llein unsere genaueren Beobachtungen dieses Satelliten
ɔch zu jung, um seine gegenwärtige Gestalt mit jener
chen zu können, die er in der Vorzeit gehabt haben
Wenn uns die alten Aegyptier oder Chaldäer eine
harte überlassen hätten, so würden wir wahrscheinlich
ınchen Monte nuovo auf dem Monde zählen. Indefs
s uns nicht ganz an deutlichen Spuren von solchen Ver-
ngen. Schon Dom. Cassini beobachtete im October
inen ganz neuen, zuvor ungesehenen grofsen weifsen
n zwischen Pilatus und Walther. Der ältere Herschel
ı 4. Mai 1783 einen hellleuchtenden Punct in der dunk-
ite des Monds und von diesem Tage bis zum 13. Mai
auf derselben Stelle zwei neue Berge entstehn. Eben-
er im J. 1787 am 19. April in der dunklen Seite des
ein helles Licht, das er einem neu entstandenen Vul-
uschrieb. Am 27. Aug. 1788 sah Schröter in der
ɔene des Hevelius einen runden schwarzen Flecken, den
ıer nie gesehn hatte, den er lange Zeit verfolgte und
lls für einen neuen Krater hielt. Anfangs erschien er
ıe tiefe Einsenkung, gleichsam als ein Erdbruch, später
im October desselben Jahres, als ein Berg, dessen Fufs
zwei Meilen im Durchmesser hatte. Schröter zählt
re solcher Gegenstände auf, die er früher nie, später

Digitized by Google

aber so deutlich sehn konnte und die sich, seiner Ansicht nach, nicht anders erklären lassen, als dafs sie so eben, gleichsam erst unter seinen Augen, entstanden seyen. So sah er im *Mare crisium* mehrere Jahre hindurch einen Berg, der eine sehr längliche, elliptische Form hatte, und später sah er denselben Berg stets vollkommen kreisrund.

Bewohner und Kunstproducte, die man im Monde angetroffen haben will, führen uns ganz natürlich auch auf diejenigen Gegenstände, die man nicht als Naturerzeugnisse, sondern als Artefacte, als mit Vorsatz von verständigen Wesen angelegte Werke angesehn hat. Der grofse Kepler, der sich aber von seiner lebhaften Einbildungskraft öfters zu weit führen liefs, war von der grofsen Menge der vollkommen kreisförmigen Gebilde des Mondes so hingerissen, dafs er sie als von den Bewohnern des Mondes eigens zu ihrer Bequemlichkeit ausgehöhlen liefs. Wenn er ein besseres Fernrohr gehabt hätte, so würde er diese Behauptung wohl nicht gewagt haben. Wenn es solche, mit Absicht angelegte Gegenstände, gleich unseren Gebäuden, im Monde giebt, so wird man wohl voraussetzen dürfen, dafs sie eine bestimmte Gröfse nicht übersteigen. Demnach wird es vor allem nothwendig seyn zu untersuchen, wie grofs wohl ein Gegenstand im Monde seyn soll, damit er von uns noch deutlich, seiner Existenz und auch seiner Gestalt nach, erkannt werden könne.

Bemerken wir zuerst, dafs, nach der bekannten Entfernung des Monds von der Erde, eine gerade Linie in der Mitte der uns sichtbaren Mondscheibe, wenn sie senkrecht auf unserer Gesichtslinie steht und eine Länge von 0,245 geogr. Meile oder von 5600 Par. Fufs hat, unseren Augen unter dem Winkel von einer Bogensecunde erscheint oder dafs umgekehrt eine geographische Meile auf dem Monde von uns unter dem Winkel von 4,08 Secunden gesehn wird. Daraus folgt, dafs eine Kreisfläche auf dem Monde, deren Durchmesser unter dem Winkel von einer Secunde gesehn wird, 0,0471 Quadratmeilen oder 24630000 Quadratfufs haben würde. Solche einzelne Gebäude von dieser Ausdehnung haben wir auf unserer Erde nicht, aber wohl würden mehrere unserer Städte, wenn sie auf dem Monde angelegt wären, unter einem noch viel gröfsern Winkel erscheinen.

Schröter sagt, dafs er mit seinem Herschel'schen Re-

r, dessen Focallänge 7 Fufs hatte[1], einen Gegenstand im
le von 890 Par. Fufs oder 0,04 geogr. Meile im Durch-
er schon als einen Punct erkenne und dafs er ihn auch
r Gestalt nach unterscheide, wenn er einen Durchmesser
3750 Fufs oder 0,16 Meile habe, und dieses zwar mit ei-
'ergröfserung von nur 210. Mit der Vergröfserung von
aber sah er durch dasselbe Fernrohr einen Gegenstand
290 Fufs = 0,013 Meile als einen Punct und einen an-
von 1240 Fufs = 0,054 Meile im Durchmesser schon
r Form nach, ob er z. B. kreisrund oder elliptisch ist.
der 1000maligen Vergröfserung endlich sah er Gegenstände
190 Fufs = 0,008 Meile als Puncte und von 790 Fufs
,035 Meile im Durchmesser schon ihrer Gestalt nach.
hat der Krater unseres Vesuvs 1790 Fufs = 0,079 Meile
lurchmesser und 5620 Fufs = 0,247 Meile im Umkreise,
er müfste daher, wenn er im Monde wäre, mit diesem
ohre schon sehr gut sichtbar seyn. Bemerken wir noch
ieser Gelegenheit, dafs in den vielen Charten, die Schrö-
seinem Werke beigegeben hat, also auch in den drei
chen Fig. 338, 339 und 340, die aus diesem Werke ge-
nen sind, fünf englische Duodecimallinien oder der 24ste
eines englischen Fufses gleich 20 Raumsecunden, also
englische Linie gleich 4 Secunden oder nahe gleich einer
. Meile ist.

Nachdem wir uns auf diese Art überzeugt haben, dafs
mit Hülfe unserer bessern Fernröhre solche Gegenstände,
wir häufig auf der Erde haben, auch im Monde noch
ehn können, wird es nicht mehr so auffallend seyn, wenn
ere Beobachter auch dergleichen in der That im Monde
n haben wollen. Es hat sich in unsern Tagen die Mei-
ausgebildet, als hätte nur einer der noch lebenden Astro-
n diese Dinge, und zwar mehr mit den Augen der Ein-
ngskraft, als mit seinem Fernrohre, gesehn. Allein dieser
steht mit seinen Behauptungen, wenn sie auch man-
vielleicht etwas zu sehr ausgeschmückt oder ins Detail

---

[1] Mit diesem Herschel'schen Fernrohre beobachtete Schröter
lond die ersten Jahre; seine spätern Beobachtungen dieses Sa-
n sind mit einem 13- und einem 27fufsigen Spiegelteleskop an-
lt, welche beide Instrumente sich Schröter selbst verfertigt hatte.

Digitized by Google

fortgeführt erscheinen, keineswegs allein. Denn ohne hier von der Möglichkeit und selbst von der Wahrscheinlichkeit von lebenden Wesen zu sprechen, die den Mond bewohnen und jene Gegenstände mit Absicht zu einem gewissen Zwecke ausgeführt haben, eine Voraussetzung, welche schon oft genug von andern ausgesprochen worden ist, so handelt es sich hier nicht sowohl um Wahrscheinlichkeiten und Gründe *a priori*, sondern um eigentliche Beobachtungen, und da mufs vor allen andern Schröter selbst angeführt werden, der fleifsige, aufmerksame und, was hier nicht zu übersehn ist, der ruhig nüchterne Beobachter, der alles, was er in dem Monde, den er so viele Jahre hindurch mit unermüdlichem Eifer beobachtete, gesehn hatte, und so wie er es gesehn hatte, in sein Tagebuch eintrug, aus welchem eben das von ihm schon öfter angeführte Werk, wie es scheint, ohne weitere Zusätze und Ausschmückungen entstanden ist. In diesem Werke nun kann Schröter nicht umhin, an gar vielen Orten von solchen Gegenständen des Mondes zu sprechen, die er wiederholt und unter den mannigfaltigsten Verhältnissen betrachtet hat, und die ihm gleichsam die Meinung aufdrangen, dafs sie von lebenden Wesen mit Absicht und Ueberlegung errichtet seyn müfsten. So viele Stellen dieses Werkes sprechen von der Cultur einzelner Theile der Oberfläche des Mondes, von Strafsen, die einen Ort mit dem andern verbinden, von stadtähnlichen Versammlungsorten, selbst von gewissen Gewerben, deren Spuren man deutlich sehn könne, und was dergleichen mehr seyn mag. So hält er, um nur Einiges näher anzuführen, die kleinen Gegenstände, die nordöstlich von Marius in einen engen Raum zusammengepreſst erscheinen[1], für eine Mondstadt und die Canäle bei Hyginus, nördlich von Agrippa, scheinen ihm auf Kunststrafsen und Gewerbe der Selenites zu deuten, da sie beim Aufgang der Sonne über ihnen, wo vielleicht diese Gewerbe wieder anfangen thätig zu werden, immer eine andere Gestalt annehmen. Die östlich von Manilius liegenden, zerstreuten (scheinbaren) Berge, die man auch in unsern Charten Fig. 339 und 340 sieht, betrachtet er als Wohnplätze der Mondbürger. Ebenso deutet er die vielen kleinen Hügelchen, die in der Wallebene des Posidonius liegen.

1 S. a. a. O. Th. II. Taf. LX. u. LXII.

ihe von Plato, Archimed und an vielen andern Or-
det er eine ganz andere Farbe des Bodens, als die von
Vorgängern angegebene, woraus er auf neuangelegte
ngen oder auf eine veränderte Cultur des Bodens schliefst,
rgleichen mehr.

)ch mehrere und auffallendere Gegenstände dieser Art
RUITHUISEN, der eine grofse Anzahl von Stellen, die
ltur des Bodens deuten, von Strafsen und selbst von
en Bauwerken im Monde gesehn hat[1]. Als ein höchst
ndes Phänomen dieser Art führt er das Circellum an,
s sich im Nordost von Langrenus in dem Mare foecun-
befindet und von welchem aus zwei wenig divergirende,
breite Streifen nach Osten gehn und wohl 20 Meilen
nd. Schon der alte CASSINI hat dieses sonderbare Ge-
eutlich abgezeichnet und SCHRÖTER hat es in sein Werk
)mmen[2]. GRUITHUISEN ist der Meinung, dafs sich
die Ansicht dieses Gebildes jeder leicht selbst von der
z künstlich angelegter Werke im Monde überzeugen
Das Merkwürdigste dieser Art aber, was er im Monde
st ohne Zweifel der aus regulären Wällen bestehende
dem Mondflecken Schröter. GRUITHUISEN sagt davon
les. „Dieses ungewöhnliche Mondgebilde fällt jedem
n Auge mit dem ersten Blicke sogleich als Kunstwerk
Man findet es unter 5° 30′ nördlicher Breite und 8° öst-
Länge und es ist nur sichtbar, wenn es ganz an der
;renze steht. Es hat von Ost nach West und von Nord
Süd, soweit daran die Kunst merklich ist, einen Durch-
r von 5 geogr. Meilen. Es befindet sich in einer der
lsten Landschaften des Monds, ist selbst fast so dun-
als dessen Umgebung in Osten, und liegt in der Nähe
equators, wo man eine grofse Fruchtbarkeit voraus-
darf. Das ganze Gebäude ist genau nach den Welt-
den angelegt, doch geht die Richtung der Seitenzüge
Wälle nicht nach Ost oder West, sondern genau nach
t und Südwest, und diese bilden mit dem grofsen Stamm-
Winkel von 45 Graden, also unter sich selbst Winkel

S. Nova acta Nat. Curios. T. X. P. II. Kastner's Archiv. Th. I.
ISEN Naturgeschichte des gestirnten Himmels. S. 188.
A. a. O. §. 688. Tab. LVI. h.

Digitized by Google

„von 90 Graden und haben beiläufig eine Stellung, wie die „Rippen eines Erlen- oder Rosenblattes.“ Gruithuisen entdeckte diesen räthselhaften Gegenstand am 12. Julius 1822. Seine spätern Beobachtungen haben die constante Gestalt desselben bestätigt. Einige Jahre später entdeckte Dr. Schwab[1] auch noch einige neue Aufsenwälle. Zuweilen fand Gruithuisen aber auch dieses Wallwerk von rauchartigen Nebelwolken so bedeckt, dafs nur Spuren einzelner Walle übrig waren und das Ganze sich nur unförmlich darstellte. Er hat übrigens noch mehrere ähnliche, wenn gleich nicht so auffallende Wallwerke im Monde gesehn[2], wie z. B. im Rhetico und im Grimaldi. Er ist der Ansicht, dafs die Bewohner des Mondes Troglodyten seyen, die wegen der Extreme der Temperatur auf der Oberfläche und wegen des Mangels an Luft und Wasser daselbst unter der Erde wohnen, wo auch die oft in einen kleinen Raum zusammengedrängten vielen Circellchen, die regelmäfsigen Linien, welche die Reihen dieser Circellen bilden, und die so häufigen Rillen deuten sollen, die sich an mehrern Orten vereinigen und wieder trennen und immer von einem kleinen Krater zum andern laufen u. s. f.

So lange das Fernrohr unbekannt war, war eine Charte des Monds so gut als unmöglich. Aber kaum war dieses wunderbare Instrument erfunden, als sich schon Galilei, Scheiner und Schiblaeus mit der nähern Betrachtung der Mondoberfläche beschäftigten. Dieselben Beobachter versuchten auch, den Mond abzubilden, aber ihre Darstellung war noch sehr unvollkommen. Eine der ersten guten Charten des Monds scheint diejenige gewesen zu seyn, die ein gewisser Mullay im J. 1634 auf Anrathen Gassendi's und Peyresk's herausgab und deren Lemonnier[3] und Lalande[4] erwähnen. Man weifs aber nicht, wo sie hingekommen ist. Eine für ihre Zeit sehr vollkommene Arbeit ist die Mondcharte, die Hevel im Jahre 1640 mit seiner *Selenographia* herausgegeben hat. Sie ist mehr als ein Atlas des Mondes zu betrachten, da sie nicht

1 M. s. die Abbildungen in Kastner's Archiv. Th. I. u. X.
2 Abgebildet in Bode's astronom. Jahrb. 1828. und 1829.
3 Instit. astron. p. 141.
4 Astronomie. §. 3288.

neralcharte dieses Himmelskörpers noch 40 andere Char-
thält, in welchen der Mond in seinen verschiedenen
dargestellt ist. Die Zeichnungen sind alle von Hevel
mit Sorgfalt und Geschicklichkeit ausgeführt.
derselben Zeit mit Hevel beschäftigte sich auch Lan-
mit diesem Gegenstande, allein er kam damit nicht
zu Stande. Bald darauf, im Jahre 1651, gab Riccioli
em *Novum Almagestum* eine andere, eigentlich von
.di gezeichnete Mondcharte, die zwar lange nicht so
men war, als jene von Hevel, die aber durch ihre
zeichnung der Flecken über jene, in Deutschland we-
, den Sieg davon trug. Hevel hatte nämlich die dunk-
cken des Mondes für Meere und die helleren für fe-
id gehalten und ihnen demgemäfs auch entsprechende
von den Meeren, Bergen, Wäldern u. s. w. unserer
geben. Riccioli aber gab ihnen, was sogleich allge-
Beifall erhielt, die Namen berühmter Mathematiker
ronomen, wobei er auch seinen eigenen nicht vergafs.
h verwirrte er dadurch die Nomenclatur des Monds,
die Deutschen und Franzosen ihm folgten, die Eng-
ber bis auf unsere Zeiten die Hevel'schen Benennun-
ehalten haben.

vorzüglich aber auch die Charten von Hevel für ihre
seyn mochten, so liefsen sie doch noch gar manches
chen übrig. Er hatte bei seinen Beobachtungen kein
ter gebraucht und nur nach dem Augenmafse gezeich-
s keine Genauigkeit gewähren konnte. Auch vergrö-
in Fernrohr nur etwa 30mal, so dafs ihm kleinere
nde und die Begrenzung aller gröfstentheils entgehn

ahre 1680 erschien die grofse und schöne Mondcharte
INICUS CASSINI. Dieser Atlas enthielt eine General-
s Monds von 20 Zoll Durchmesser und überdiefs eine
nzahl Specialcharten, für die einzelnen Phasen dieses
für jeden Tag des synodischen Monats. Diese grofse
gann im J. 1673; Patigni war der geschickte Zeich-
INI's und der letzte bediente sich dazu des Fernrohrs
Fufs Focallänge, welches noch auf der königl. Stern-
Paris aufbewahrt wird. Die edle Freigebigkeit des
OLBERT machte die Ausführung dieser grofsen Arbeit

Digitized by Google

möglich. Aber auch dieser Atlas ist, selbst in Frankreich, äufserst selten geworden. Der letzte Cassini, Vorsteher der Pariser Sternwarte zur Zeit der Revolution, zeigte dem Lalande noch 34 Zeichnungen dieser Phasen, im grofsen Mafsstab mit Crayon ausgeführt. Derselbe Lalande machte daher den Astronomen seiner Zeit ein angenehmes Geschenk, indem er wenigstens die Generalcharte Cassini's, obschon im verkleinerten Mafsstabe, wieder auflegen liefs[1]. Sie stellt den Mond zur Zeit seines vollen Lichtes in der That recht gut dar. Cassini bestimmte auch zugleich die oben erwähnten *Librationen* des Monds, die Hevel nur eben erst erkannt, aber in seiner Charte nicht angewendet hatte.

Die bereits früher angeführte Gleichheit der Revolution und der Rotation des Monds giebt nämlich den Astronomen, die uns eine getreue Abbildung von der Lage der Flecken des Mondes geben wollen, einen gleichsam von der Natur selbst dargebotenen, allgemeinen Meridian an die Hand, der für jede gegebene Zeit leicht aufzufinden ist und der sowohl der Selenographie einen Vortheil gewährt, welchen die Geographie oder die Beschreibung unserer Erde entbehren mufs. Dieser allgemeine Meridian ist derjenige, der durch die beiden Pole des Monds und durch den Endpunct der grofsen Axe geht, die immer sehr nahe gegen den Mittelpunct der Erde gerichtet ist. Obschon dieser Endpunct sich durch keinen eigentlichen Flecken auszeichnet, so kann man doch die Lage desselben für jeden Augenblick leicht bestimmen, wenn man nur bedenkt, dafs er mit der mittlern Knotenlinie der Mondbahn zusammenfällt zu einer Zeit, wo diese Knotenlinie selbst mit dem mittlern Orte des Monds coincidirt. Durch dieses Mittel war man in den Stand gesetzt, die Lage der vorzüglichsten Flecken auf der Oberfläche des Mondes mit grofser Genauigkeit zu bestimmen.

Und dieses war es, was zuerst Tob. Mayer ausgeführt hat, denn alle frühern Darstellungen des Monds konnten nur ein getreues Bild des Umfangs, aber nicht der Stellung der Flecken gegen den Rand des Mondes geben. Dieses schien auch noch der Fehler der gröfsten Karte gewesen zu seyn,

1 Sie erschien zu Paris im J. 1787 und findet sich auch in den Mém. de Paris. 1692, auch ist sie jährlich von 1701 bis 1772 in der Connoissance des temps abgedruckt worden, von wo sie in viele andere Bücher übergegangen ist.

wohl jemals unternommen wurde, denn sie hatte volle
f Fufs im Durchmesser und Lahire hatte an ihr viele
e gearbeitet. Lalande[1] erzählt, wohin sie gekommen zu
scheint, denn jetzt hat man nichts mehr von ihr, als
verkleinerte Copie in Lahire's Planetentafeln. Tob.
er aber, der sich auch mit der Verfertigung eines grofsen
dglobus beschäftigte, bestimmte zuerst die Librationen des
les mit gröfserer Genauigkeit, als seine Vorgänger, und
nmte dann durch zweijährige Beobachtungen in den Jah-
1748 und 49 die wahre selenocentrische Länge und Breite
dondflecken, wodurch er der Sache zuerst eine wissen-
liche Gestalt gab. Die auf diese Beobachtungen gegrün-
und von ihm verfertigte Mondcharte von 7½ Zoll Durch-
r war die beste von allen, die bis dahin erschienen wa-
Ein zu früher Tod hinderte den trefflichen Mann an der
sgabe dieser Arbeit, die erst später durch Lichtenberg[2]
Publicum bekannt wurde.

Auch Lambert[3] gab später eine ähnliche auf eigene Be-
tungen gegründete Mondcharte heraus. Allein auch da-
ar einem grofsen Bedürfnisse noch nicht begegnet, denn
hatte man bisher nur allgemeine Abbildungen des Mon-
n Grofsen erhalten, während an eine durchgeführte spe-
Darstellung aller einzelnen Theile im gröfseren Mafs-
und an Untersuchungen über die physische Beschaffen-
es Monds nicht weiter gedacht wurde. Dieses war es
was J. H. Schröter in den oft erwähnten zwei Bän-
einer selenotopogr. Fragmente mit grofser Genauigkeit
ahrhaft deutschem Fleifse ausgeführt hat.

n den neuesten Zeiten endlich haben Lohrmann in Dres-
nd nebst ihm Maedler und Beer in Berlin eine ausge-
nte und höchst schätzbare Darstellung des Monds zu ge-
ngefangen, welche nicht nur die selenocentrische Lage,
n auch die Gestalt der Mondflecken mit einer bisher
rtroffenen Genauigkeit darstellt. Von Lohrmann's Se-
aphie ist bereits ein Band, von Maedler und Beer aber
vor Kurzem drei Viertheile der Oberfläche des Mondes

Astronomie §. 3291.
Tob. Mayer Opera inedita. Gott. 1775.
Berliner Ephemeriden für 1775.

Digitized by Google

in einer trefflichen Charte erschienen. Beide Arbeiten mache die Fortsetzung und glückliche Beendigung derselben zu de gemeinsamen Wunsch der Astronomen.

Fig. 337. Die beigelegte Generalcharte des Monds giebt die ausgezeichnetsten Flecken des Monds mit ihren Namen. Zu ihrer Ergänzung folgt hier ein alphabetisches Verzeichnifs aller vorzüglichen Flecken mit ihrer selenocentrischen Lage. Es ist auffallend, dafs man bisher noch so wenige Verzeichnisse dieser Art gegeben hat, da sie doch dem Astronomen ebenso nothwendig sind, wie dem Geographen die Kataloge der geographischen Längen und Breiten der Orte der Erde. Ein älteres Verzeichnifs dieser Art findet man in den Tables de Berlin Vol. I. p. 17. und in den oben erwähnten Oper. inedita des T. Mayer, aber beide sind sehr unvollständig und auch nicht ohne viele Fehler in den Positionen der Flecken. In dem folgenden Verzeichnisse sind die östlichen selenocentrischen Längen und die südlichen Breiten negativ oder mit dem Zeichen — angegeben. Bei grofsen Flecken, wie bei den Meeren, ist die Mitte zu verstehn. Die beigelegte Charte endlich zeigt den Mond in einer verkehrten Lage, so dafs Süd oben und West links erscheint, wie dieses mit dem Monde selbst der Fall ist, wenn man ihn durch ein astronomisches Fernrohr betrachtet, durch welches bekanntlich alle Gegenstände verkehrt dargestellt werden.

Namen	Länge	Breite
Abulfeda . . .	12°,5	—13°,5
Acherusia . . .	21,5	16,25
Agatharchides .	—30	— 9
Agrippa . . .	11	4
d'Alembert . .	östl. von Grimaldi und Riccioli	
Albategnius . .	4	—12
Alfragan . . .	18,5	—5,5
Alhazen . . .	7	17
Aliacensis . . .	4	—30
Alpen	—2	50
Alpetragius . .	— 5	—16
Alphonsus . .	—2,5	—12,5
Anaxagoras . .	— 4	73
Anaximander . .	nördl. von Horrebow	

Namen	Länge	Breite
Anaximenes . .	— 40	72
Apenninen . .	westl. an Aratus, Conon und Huyghens	
Apianus . . .	6	— 26
Apollonius . .	59	4,5
Arago	22	6,5
Aratus	4,5	23,5
Archimedes . .	— 4	30
Archytas . . .	zwischen Aristoteles und Timäus	
Aridaeus . . .	17	4,5
Aristarch . . .	— 47	23
Aristill . . .	1	34
Aristoteles . .	17	51
Arnold	38	67
Arzachel . . .	— 3	— 17
Atlas	43	46
Autolycus . . .	1,5	30,5
Azout	62	11
Bailly	29,5	49,5
Barrow . . .	7,5	71,5
Bayer	— 34,5	— 52
Bernoulli . . .	59	34,5
Berosus . . .	67	34
Berzelius . . .	50,5	37
Bessarion . . .	— 37,5	14
Bessel	17,5	22
Bettinus . . .	— 41	—63
Bianchius . . .	— 34	48
Billy	westlich von Sirsalis	
Blancanus . . .	—21	—63
Blanchinus . .	NW. bei Werner	
Bode	— 2,5	7
Bonpland . . .	—17,5	— 8
Boscovich . .	11	9,5
Bouguer . . .	— 36	52,5
Bouvard . . .	— 80	—38
Bradley . . .	0,5	23
Briggs . . .	—67,5	27
Bürg	27,5	45
Bulliald . . .	— 22	—21
Burckhardt . .	53	—30

Digitized by Google

Namen	Länge	Breite
Byrgius . . .	—63	—24,5
Cäsar	15	9
la Caille . . .	W. an Purloch	
Calippus . . .	10,5	38,5
Campanus . .	—27,5	—27,5
Capella . . .	36	— 7,5
Capuanus . . .	— 26,5	—33,5
Cardanus . . ,	—72,5	14
Carlini	— 24	30,5
Casatus . . .	— 35	— 75
Cassini, Dom. .	— 4	40
Cassini, Johann	Thal. W. von Epigenes u. Lexell.	
Catharina . . .	23,5	— 17
Cavaleri . . .	— 67	5,5
Cavendish . .	— 53	— 24
Censorinus . .	33	— 0,5
Cepheus aust. .	46	41
Cepheus bor. . .	48	41
Cichus	Südl. von Kies	
Clavius . . .	— 15	— 58
Cleomedes . .	56	27,5
Cleostratus . .	— 77	60
la Condamine .	—27,5	53
Condorcet . .	68	12,5
Conon	2	22
Copernicus . .	— 20	9
Cordilleras . .	— 72	— 13
Curtius . . .	SW. an Moretus	
Cychus . . .	—20,5	—33,5
Cysatus . . .	— 7,5	— 66
Damoiseau . .	—59,5	— 5,5
Davy	— 9	— 11
Delambre . . .	18	— 2
Delisle . . .	— 35	30
Deluc	— 3,5	— 55
Democritus . .	33,5	62
Desplaces . . .	Randausschnitt. S. an Grimaldi.	
Dionysius . . .	17,5	3
Diophantus . .	— 34	27,5

Digitized by Google

Namen	Länge	Breite
Dörfel . . .	S. an Kircher	
Dollond . . .	— 16	— 9,5
Dominic Maria .	— 16	7
Doppelmayer .	— 42	— 28
Drebbel . . .	— 48	— 41
Egede	9	48
Eichstädt . . .	— 77	— 23
Eimmart . . .	65	23,5
Encke	— 37	3,5
Endymion . . .	55	53
Epigenes . . .	— 5	68,5
Eratosthenes . .	— 12	14
Euclides . . .	— 29	— 7,5
Euctemon . . .	32	72
Eudox	16	44
Euler	— 29	23
Fernel	3,5	— 33,5
Feronce . . .	— 7	— 70
Firmicus . . .	62,5	8
Flamstead . . .	— 44	— 4,5
Fontana . . .	— 57	— 17
Fontenelle . .	— 17	61
Fourier . . .	— 53,5	— 30
Fracastor . . .	32	— 22
Franklin . . .	47	38,5
Furnerius . . .	58	— 35,5
Gärtner . . .	34,5	59,5
Galilei	— 62,5	10,5
Gallus	12	19
Gambart . . .	— 15	1
Gassendi . . .	— 40	— 17
Gauricus . . .	— 14,5	— 33,5
Gaufs	75	37
Gay-Lussac . .	— 20,5	14,5
Geminus . . .	56	34
le Gentil . . .	zwisch. Bailly u. Casutus	
Gerard . . .	— 78	44
Gioia	2	48
Goclenius . . .	45	— 9,5
Godin	10	2
Grimaldi . . .	— 67	— 5,5

Digitized by Google

Namen	Länge	Breite
Gruemberger . .	—12,5	— 67
Guerike . . .	— 14	— 12
Hadley . . .	5,5	26
Hahn	71	32,5
Hansen . . .	72	14
Hansteen . . .	— 52	— 12
Harding . . .	— 71	43
Harpalus . . .	— 44	52,5
Hase	SW. von Petavius	
Hausen . . .	Oestl. an Bailly	
Heinsius . . .	— 18	—39,5
Helicon . . .	— 23	40
Hell	— 8	— 32
Heraclides . .	— 34	41
Heraclides fals. .	—25,5	46,5
Hercules . . .	38	46
Hercyn. Wald .	— 81	22
Hermann . . .	SSO. von Reiner	
Herodot . . .	— 49	22,5
Herschel . . .	— 2	— 5,5
Hesiod . . .	— 16	— 29
Hevel	— 68	2
Higinus . . .	6,5	8
Hippalus . . .	— 30	—24,5
Hipparch . . .	5	— 6
la Hire . . .	NO. von Lambert	
Hook	54	41
Horrebow . . .	— 39	57,5
Hortensius . .	— 28	7
Humboldt . .	77	64,5
Huyghens . . .	— 4	20
Hypatia . . .	23,5	— 4
Jansen	28,5	13,5
Inghirami . . .	— 72	—47,5
Isidor	34	— 8
de l'Isle . . .	SO. bei Euler	
Kästner . . .	S. bei Neper	
Kepler	—37,5	7,5
Kies	—22,5	— 27
Kirch	— 6	39
Kircher . . .	—42,5	—67,5

Namen	Länge	Breite
Klaproth . . .	— 27	— 70
Kraft	72	17
Krüger	— 66	— 17
Lacus mortis . .	28	48
Lacus somnior. .	35	35
Lagrange . . .	— 67	— 33
Lahire	— 25	27,5
Lalande . . .	— 9	— 4
Laplace . . .	—25,5	45,5
Lavoisier . . .	— 83	38
Lambert . . .	— 21	25,5
Landsberg . .	— 27	— 1
Langrenus . .	62,5	— 7,5
Lehmann . . .	— 55	— 39
Lemonnier . .	30,5	26,5
Leibnitz . . .	— 7	— 70
Letronne . . .	—42,5	—11,5
Lexell	— 5	70
Libanon . . .	bei Thebit	
Lichtenberg . .	— 67	32
Linnée	12	18
Littrow . . .	31,5	22
Lohrmann . . .	— 69	— 0,5
Longomontan .	— 22	— 50
Louville . . .	— 47	45
Lubinietzky . .	— 23	— 17,5
Macrobius . .	45,5	21
Maginus . . .	— 7	— 50,5
Mairan	— 44	42
Manilius . . .	9	14,5
Marco Polo . .	— 3	16
Maraldi . . .	35	19
Mare Crisium .	55	14
— Foecundit.	50	— 6
— Frigoris .	— 8	60
— Humorum	— 40	— 25
— Imbrium .	— 20	32
— Nectaris .	35	— 16
— Nubium .	— 15	— 18
— Serenitatis	20	25
— Tranquillitatis	30	5

Digitized by Google

Namen	Länge	Breite
Mare Vaporum .	5	12
Marius	—51,5	12
Martianus Capella	34	— 8
Maskelyne . .	29,5	2,5
Mason	30	42,5
Maupertuis . .	— 26	48
Maurolycus . .	13	—40,5
Mayer, Christ. .	17	64
Mayer, Tob. .	— 29	15,5
Menelaus . . .	16	16,5
Mercator . . .	— 26	— 29
Mercur. falsus .	76	35
—— verus .	65,5	45,5
Mersenne . . .	—47,5	—21,5
Messala . . .	58	39
Meton	17	72
Milichius . . .	— 30	10,5
Moestlin . . .	— 6	— 1
Montblanc . . .	zwisch. Newton u. Dom. Cassini	
Moretus . . .	— 7,5	— 70
Mylius	O. von Mersenne, S. von Grimald	
Nasireddin . .	— 1	— 0,5
Neper	78	10
Newton . . .	— 9	48
Oceanus Procellar.	— 30	— 2
Oenopides . .	— 62	56
Oersted . . .	46	42,5
Olbers	— 77	9
Oriani	75	26
Orontius . . .	— 5	— 40
Palitsch . . .	W. von Snellius, N. von Furner	
Pallas	— 2	6
Palus Nebular. .	3	37
— Putredinis.	4	31
— Somnii . .	42	13
Parry	— 16	— 7,5
Petavius . . .	57,5	—25,5
Philolaus . . .	— 28	70
Phocylides . .	— 55	— 55

Digitized by Google

Namen	Länge	Breite
Piazzi	— 66	— 34,5
Picard	54	14
Piccolomini . .	30,5	— 28
Pico	— 9	46
Pictet	— 7	— 42,5
Pingré	— 55	— 46
Pilatus	— 14	— 29
Plana	27,5	48,5
Plato	— 9	51
Plinius . . .	23,5	15,5
Plutarch . . .	75	27
Posidonius . .	29,5	32
Proclus . . .	47	16,5
Ptolemäus . . .	— 3	— 9
Purbach . . .	— 5	— 26
Pythagoras . .	— 60	63
Pytheas . . .	— 20,5	20,5
Ramsden . . .	— 32	— 32,5
Regiomontan . .	— 1	— 28
Reiner	— 55	7
Reinhold . . .	— 22,5	3
Repsold . . .	— 74	51
Rheticus . . .	— 17,5	4
Riccioli . . .	— 75	— 2
Riphäus . . .	— 27	— 7
Ritter	19	2
Rocca	— 72	— 12,5
Römer	36	25,5
Rook	O. von Mersenne, S. v. Grimaldi	
Ross	22	12
Rost	— 31	— 56,5
Sabine	20,5	2
Sasserides . . .	zw. Tycho u. Gauricus	
Saussure . . .	— 4	— 44
Sharp	— 41	45
Scheiner . . .	— 26	— 60
Schickard . . .	— 55	— 44
Schiller . . .	— 39	— 51
Schröter . . .	— 10	5,5
Scoresby . . .	12,5	77

Digitized by Google

Namen	Länge	Breite.
Schumacher . .	59,5	42
Schubert . . .	79	2,5
Segner	— 45	— 58
Sömmerring . .	— 8	0,5
Seleucus . . .	— 66	21,5
Seneca	77	28
Short	— 10	— 75
Silberschlag . .	12,5	6,5
Sinus epidemiarum	— 30	— 24
— iridum . .	— 32	44
— roris . .	— 42	53
— aestuum .	— 9	5
Sirsalis . . .	— 60,5	— 13
Smith	SO. von Tycho	
Snellius . . .	53,5	— 33,5
Sosigenes . . .	17,5	8,5
Stadius . . .	— 14	10
Stevin	56,5	— 29,5
Stoeffler . . .	6	— 40
Street	— 11	— 46
Struve . . .	64	43
Sulpicius Gallus	11,5	20,5
Taquet . . .	19	16
Taruntius . . .	47	5
Terra pruinae .	Zwischen Maupert und Condamine	
— siccitatis .	N. von Horrebow u. Harpalus	
— sterilitatis .	O. von Schickard und Pingré	
Thales	49,5	62
Theaetetus . .	6	37
Thebit	— 5	— 22
Theophilus . .	26,5	— 11
Theon junior .	14,5	— 2,5
— senior . .	15,5	— 0,5
Timaeus . . .	— 1	62
Timocharis . .	— 13,5	27
Tralles	52	28
Triesnecker . .	3,5	4
Tycho	— 12,5	— 42,5
Uckert	1,5	7,5

Namen	Länge	Breite
Ulloa	W. von Thales	
Ulugh Beigh . .	— 85	32,5
Vendelin . . .	62	— 16,5
Vieta	— 56	— 28,5
Vitello	— 37	— 30
Vitruv	31	18
Walther . . .	— 0,5	— 32
Wargentin . .	— 60	— 48,5
Weigel . . .	— 37,5	— 58
Werner . . .	4	— 28
Wilhelm v. Hessen	— 20	— 45
Wilson . . .	— 39	— 70
Wing	NO. von Tycho	
Wollaston . .	— 47	30,5
Wolff	— 8	16
Wurzelbauer . .	— 16	— 33,5
Xenophanes . .	— 77	57,5
Zuchius . . .	— 47,5	— 62

L.

Monde der übrigen Planeten s. Nebenplaneten.

Mondfinsternifs[1].

Eclipsis lunae; Éclipse de la lune; *Eclipse of the Moon.*

Eine Mondfinsternifs kann nur zur Zeit des Vollmonds eintreten, allein nicht bei jedem Vollmonde findet eine Fin-

1 Da in dem Art. Finsternifs Bd. IV. S. 251 ff. dieser interessante Gegenstand nur oberflächlich behandelt worden ist, so wird es nicht ungemessen erscheinen, das dort Versäumte hier nachzutragen und durch die ganze Theorie dieser Erscheinungen zu vervollständigen, wobei wir, um Wiederholungen zu vermeiden, das bereits dort Erörterte hier als schon bekannt voraussetzen. Es handelt sich hier zunächst um die Berechnung einer solchen Finsternifs oder um die Zeitbestimmung derselben durch Rechnung, da diese es eigentlich ist, welche die Erscheinung einer Finsternifs für jeden an Nachdenken gewöhnten Menschen zu einem Gegenstande von hohem Inter-

Digitized by Google

sterniſs statt. Nach dem bereits[1] Gesagten darf die Differenz der Länge des Monds und der Länge seines Knotens, zur Zeit des Vollmonds, nicht gröſser, als 9° 30′ seyn, wenn gewiſs eine Finsterniſs statt haben soll. Beträgt aber diese Differenz mehr als 12¼ Grad, so kann keine Finsterniſs für diesen Vollmond statt haben. Ist sie endlich zwischen 9½ und 12¼ Grad, so kann wohl eine Finsterniſs statt haben, aber sie kann auch ebenso gut nicht statt haben, und für diesen Fall muſs daher die Sache näher untersucht werden.

Nehmen wir also an, daſs zur Zeit eines gegebenen Vollmonds eine Mondfinsterniſs gewiſs statt habe, und suchen wir die Erscheinungen derselben, wie sie von der Oberfläche der Erde gesehn wird. Diese Erscheinungen sind: der *Anfang* und das *Ende* der *partiellen* und der *totalen* Finsterniſs, zwischen welchen beiden die *Mitte* der Finsterniſs fällt, ferner die *Gröſse* der Finsterniſs und endlich derjenige Theil der Oberfläche der Erde, von welchem man diese Finsterniſs sehn kann.

Zu diesem Zwecke suche man aus irgend einem guten Kalender (den sogenannten astronomischen Ephemeriden) oder auch unmittelbar aus den astronomischen Tafeln für die bereits gegebene Wiener Zeit des Vollmonds (d. h. der Opposition des Monds mit der Sonne) die Rectascension a, Declination d, die Horizontalparallaxe x und den scheinbaren Halbmesser m des Monds nebst den stündlichen Aenderungen ∂a und ∂d der beiden ersten Gröſsen. Für die Sonne wollen wir dieselben Gröſsen durch α, δ, ξ und μ bezeichnen. Wollte man, statt des Aequators, die Ekliptik der Rechnung zum Grunde legen, so bezeichnet a und α die Länge des Monds und der Sonne, d die Breite des Monds zur Zeit des Vollmonds, und die Breite δ der Sonne ist gleich Null, da die Sonne stets in der Ebene der Ekliptik ist. Es sey dann b p d derjenige Schnitt des Schattenkegels der Erde, welcher durch eine Ebene entsteht, die durch den Mittelpunkt

Fig 345.

---

esse macht. Diese Berechnung ist aber jetzt, nachdem so viele vorzügliche Geometer sich damit beschäftigt haben, so einfach und leicht verständlich geworden, daſs sie in einem Werke dieser Art, wenn man auch nur den gröſsern Theil seiner Leser berücksichtigen will, nicht mehr fehlen darf.

1 S. Art. *Finsterniſs*. Bd. IV. S. 254.

Monds senkrecht auf die Axe dieses Schattenkegels gelegt d, und sey NA eine mit dem Aequator parallele Linie, wie NBCD diejenige Linie, in welcher der Mittelpunct C, D des Monds während der Finsternifs einhergeht. Aus n Mittelpuncte A des Schattenschnitts ziehe man die Linie senkrecht auf AN und die Linie AC senkrecht auf die ndbahn ND. Wenn der Mittelpunct des Monds in den ıct L kommt, so steht er senkrecht über dem Puncte A l dieses ist daher der Augenblick des Vollmonds. Wenn r der Mittelpunct des Monds in dem Puncte C ist, so ist hier dem Mittelpuncte A des Schattens am nächsten, und ses ist daher der Augenblick, wo der Mond am tiefsten den Erdschatten geht, oder der Augenblick der *Mitte* der sternifs. Kommt ferner der Mittelpunct des Monds nach B r später noch nach D, wo nämlich sein Rand den des Schattennitts bei b oder d auf der äufsern Seite des letztern berührt, so lieses der Augenblick des Anfangs (in b) oder des Endes (in d) partiellen Finsternifs. Senkt sich endlich der Mond so tief in Erdschatten ein, dafs er von demselben gänzlich verdunt wird, so ist die Finsternifs auch total und der Anfang r das Ende dieser totalen Finsternifs wird dann statt ha-, wenn der Mondrand den des Erdschattens auf der *in-n* Seite des letztern berührt. Der blofse Anblick der Fizeigt schon, dafs für den Anfang und für das Ende der tiellen Finsternifs die Distanz der Mittelpuncte A und B Erdschattens und des Mondes gleich der Summe und für Anfang und das Ende der totalen Finsternifs gleich der ferenz des Halbmessers des Schattens und des Mondes ist.

Hiernach ist es sehr leicht, die Wahrheit der folgenden fachen Ausdrücke zu erkennen

Nennt man R den Halbmesser Ab = Ap des Schattenıitts und AC = e die kürzeste Distanz der Mondbahn von n Mittelpuncte A des Schattens, so wie ANC = n die Neiıg der Mondbahn gegen den Aequator, so hat man

$$R = x + \xi - \mu,$$

$$\text{Tang. } n = \frac{\partial d - \partial \delta}{\partial a - \partial \alpha} \cdot \frac{1}{\text{Cos. } \delta'}$$

$$e = (d - \delta) \text{ Cos. } n.$$

aber $\partial d - \partial \delta$ die relative stündliche Bewegung des Monds Declination ist (relativ, wenn man nämlich den Mittelpunct

Digitized by Google

A des Schattens als ruhend annimmt), so bezeichnet $\frac{\partial d - \partial\delta}{\text{Sin.}n}$ die stündliche relative Bewegung des Monds in seiner Bahn, und man wird daher die Zeit erhalten, die der Mond gebraucht, irgend einen Bogen seiner Bahn zurückzulegen, wenn man diesen Bogen durch die Gröfse

$$h = \frac{\text{Sin.}n}{\partial d - \partial\delta}$$

multiplicirt. Nachdem man auf diese Weise zur Kenntnifs der Werthe von R, n, e und h gekommen ist, wird es sehr leicht seyn, die oben gegebenen, alle Umstände der Finsternifs umfassenden Fragen durch einige wenige analytische Ausdrücke zu beantworten. Ist nämlich t die bekannte Zeit des Vollmonds, so findet man daraus sofort die Zeit Θ der Mitte der Finsternifs, in Stunden und Theilen von Stunden ausgedrückt, durch die Formel

$$\Theta = t + (d - \delta)\, h\, \text{Sin.}n,$$

wo, wie zuvor, d und δ die Declination des Monds und der Sonne zur Zeit des Vollmonds bezeichnet. Kennt man aber Θ, so ist die Zeit T, in welcher eben N Zoll des Monds verfinstert sind,

$$T = \Theta + h\, e\, \text{Tang.}U,$$

$$\text{wenn Cos.}U = \frac{e}{R + (1 - \frac{N}{6})\, m} \quad \text{ist,}$$

vorausgesetzt dafs man, der alten Weise gemäfs, den Durchmesser des Monds in 12 gleiche Theile theilt, die man Zolle nennt. Demnach hat man also für den Anfang und das Ende der partiellen Finsternifs $N = 0$, für den Anfang und das Ende der totalen Finsternifs $N = 12$, für den Ein- und Austritt des Mittelpuncts des Monds in den Schatten $N = 6$ u. s. w. Endlich ist die gröfste Verfinsterung des Monds oder der Theil pt seines Durchmessers gleich $R + m - e$ oder in Zollen ausgedrückt gleich $\frac{6}{m}(R + m - e)$ Zoll.

I. Ganz dieselben Ausdrücke wird man auch mit einigen Modificationen anwenden, um die Erscheinungen einer *Sonnenfinsternifs* für die Erde überhaupt zu finden. Bezeichnen nämlich wieder a, d und α, δ die Rectascension und De-

ition des Monds und der Sonne für den Augenblick des
monds und behält man für die Gröfsen m, x, μ, ξ und
∂d.. die vorige Bezeichnung bei, so hat man wieder

$$\text{Tang.}\, n = \frac{\partial d - \partial \delta}{\partial a - \partial \alpha} \cdot \frac{1}{\text{Cos.}\, \delta},$$

$$e = (d - \delta)\ \text{Cos.}\, n \text{ und}$$

$$h = \frac{\text{Sin.}\, n}{\partial d - \partial \delta}.$$

diesen Gröfsen findet man sofort die Zeit Θ der Mitte
Sonnenfinsternifs

$$\Theta = t + (d - \delta)\, h\, \text{Sin.}\, n$$

endlich die Zeit T, wo die Sonne um N Zoll verfinstert
heint,

$$T = \Theta + h\, e\, \text{Tang.}\, U$$

$$\text{und } U = \frac{e}{m + (1 - \frac{N}{U})\,\mu + x - \xi},$$

wieder der Halbmesser der Sonne in sechs gleiche Theile,
man Zolle nennt, getheilt wird.

II. Anders verhält sich die Sache, wenn man die Er-
inung einer Sonnenfinsternifs für irgend einen gegebenen
der Erdoberfläche sucht. Dann mufs nämlich auf die Pa-
ixe des Monds Rücksicht genommen werden, und wenn
die Aufgabe streng auflösen will, so sind einige umd-
dliche Rechnungen unvermeidlich. Da aber bei diesen
ausbestimmungen der Finsternifs gewöhnlich keine grofse
ärfe gefordert wird, so wird man auf eine oder zwei Mi-
n genau sich des folgenden Verfahrens mit Nutzen be-
ien.

Man suche für eine dem Anfange der Finsternifs entsprechende,
a bis auf eine halbe Stunde genau bekannte Ortszeit T die
ire Rectascension a und Declination d des Monds, so wie die-
ien Gröfsen α und δ für die Sonne. Ist dann wieder x die
rizontalparallaxe des Monds, s der Stundenwinkel der Sonne
diese Zeit und φ die geographische Breite des Beobach-
gsorts, so suche man A und D aus

$$A = (a - \alpha)\ \text{Cos.}\, \delta - x\, \text{Cos.}\, \varphi\, \text{Sin.}\, s,$$

$$D = d - \delta - x\, \frac{\text{Sin.}\, (\varphi - \omega)}{\text{Cos.}\, \omega}\ \text{Cos.}\, \delta,$$

$\text{Tang.}\, \omega = \text{Tang.}\, \delta\, \text{Cos.}\, s$ ist.

Digitized by Google

Ebenso seyen für die nahe bekannte Ortszeit T' des Endes der Finsternifs dieselben beiden letzten Grölsen A' und D und endlich

$$f = \frac{A' - A}{T' - T} \text{ und } g = \frac{D' - D}{T' - T}.$$

Nennt man dann die verbesserte Ortszeit des Anfangs $T + t$, so findet man diese Correction t aus der Gleichung

$$(m \pm \mu)^2 = (A + ft)^2 + (D + gt)^2,$$

und ist ebenso $T' + t'$ die verbesserte Ortszeit des Endes der Finsternifs, so findet man diese zweite Correction t' durch die Gleichung

$$(m \pm \mu)^2 = (A' + ft')^2 + (D' + gt')^2,$$

wo man in beiden Gleichungen von den zwei Wurzeln t oder t' die kleinere nehmen wird, wenn man die erstgewählten Ortszeiten T und T' in der That schon der Wahrheit nahe genug genommen hat. Das obere Zeichen der Grölse $(m \pm \mu)$ gehört übrigens für den Anfang und das Ende der partialen und das untere für die totale Finsternifs.

III. Für die schwerste der hierher gehörenden Aufgaben hält man gewöhnlich die Bestimmung des Weges, welchen während der ganzen Dauer einer Sonnenfinsternifs jeder gegebene Punct des Mondschattens auf der Oberfläche der Erde zurücklegt. Allein auch dieses Problem hat man bereits auf einfache Formeln zurückgebracht, deren Beweise ebenso leicht sind, als die numerische Entwickelung derselben nur immer seyn kann. Hier wird es genügen, diese Formeln kurz angezeigt zu haben, da man die Gründe derselben bereits an einem andern Orte[1] findet.

Wenn man z. B. aus I bereits gefunden hat, dafs die Sonnenfinsternifs für die Erde überhaupt anfängt und endet, wenn es in Wien 3 und 7 Uhr ist, so suche man für alle Viertelstunden zwischen diesen zwei Zeiten die Grölsen y und z nach folgenden Gleichungen:

$$y = (a - \alpha) \operatorname{Cos.} \delta \text{ und } z = d - \delta,$$

wo a, α die Rectascension und d, δ die Declination des Monds und der Sonne für diese Momente bezeichnen.

Ist nun Δ die scheinbare Distanz der Mittelpuncte beider Gestirne und n die (bereits aus I bekannte) Neigung der re-

1 Littrow's Vorlesungen über Astronomie. Th. I. S. 291.

en Mondbahn, so suche man Y und Z aus den beiden chungen

$$Y = \frac{y + \Delta \text{Sin. n}}{x - \xi} \text{ und } Z = \frac{z - \Delta \text{Cos. n}}{x - \xi},$$

wieder x und ξ die Horizontalparallaxen des Monds und Sonne sind. Dieses vorausgesetzt sey

$$\text{Tang. } \psi = \frac{\sqrt{1 - Y^2 - Z^2}}{Z},$$

ndet man die gesuchte geographische Breite φ und die re Ortszeit s desjenigen Orts der Erdoberfläche, der für gegebene Wiener Zeit eine ebenfalls gegebene Distanz Δ Mittelpuncte beider Gestirne als gröfste Phase sieht, durch beiden einfachen Gleichungen

$$\text{Sin. } \varphi = Z \frac{\text{Cos. } (\delta - \psi)}{\text{Cos. } \psi} \text{ und Sin. s} = \frac{Y}{\text{Cos. } \varphi}.$$

st man aber, für eine gegebene Wiener Zeit, auch die zeit s irgend eines Puncts der Oberfläche der Erde, so adurch auch die Differenz der geographischen Längen die- zwei Orte gegeben, da diese nichts anders ist, als die renz jener beiden Zeiten.

Diese Ausdrücke enthalten die Antwort auf alle Fragen, man über den Weg des Mondschattens auf der Oberflä- der Erde aufstellen kann. Setzt man nämlich in ihnen Gröfse

$$\Delta = m + (1 - \frac{N}{6})\mu,$$

rhält man alle Orte der Erde, welche für eine gegebene ner Zeit eine Verfinsterung der Sonne von N Zoll sehn. man demnach z. B. N = 0, so erhält man nach und alle Orte der Erde, welche blofs eine äufsere Berührung Ränder beider Gestirne und sonst nichts von der Fin- ifs sehn, oder N = 0 giebt die äufsersten Grenzen des en Wegs des Mondschattens auf der Erde, und zwar die che oder nördliche Grenze, je nachdem man in den vor- ehenden Ausdrücken die Gröfse Δ, das heifst die Gröfse μ, positiv oder negativ nimmt. Setzt man N = 6 oder m, so findet man ebenso die Orte, welche die Sonne verfinstert sehn; N = 12 oder $\Delta = m - \mu$ giebt die- jen Orte, welche eine innere Berührung der Ränder,

Digitized by Google

$N = \frac{6}{\mu}(m + \mu)$ oder $\Delta = 0$ die, welche eine centrale Finsternifs sehn u. s. w., so dafs man also auf diese Weise alle die krummen Linien auf einem Erdglobus oder auf einer Planisphäre verzeichnen kann, welche blofs eine Berührung der Ränder, oder welche blofs eine Finsternifs von 1, 2, 3... Zoll sehn, wodurch daher alle Erscheinungen der Finsternifs dargestellt und gleichsam mit einem Blicke übersehn werden können.

L.

Monochord.

Dieser Apparat, dessen Name aus dem Griechischen (von *μόνος* einzig und *χορδὴ* die Saite) abstammt und daher in allen Sprachen gleich ist, besteht zunächst aus einer einzigen gespannten Saite und wird auch wohl *Sonometer*, besser das *Tonometer* genannt, um nicht ein lateinisches Wort mit einem griechischen zu verbinden. Bei den Alten hiefs die einzige Saite dieses Tonmafses der *Kanon*.

In der einfachsten Gestalt besteht das Monochord aus einer einzigen, vermittelst zweier Wirbel a, a′ über zwei hölzerne Stege α, α′ gespannten Metall- oder Darmsaite, welche dadurch einen bessern Klang erhält, dafs der Kasten AA′ aus mäfsig dickem glattem Tannenholze besteht und mit einem dünnen Resonanzboden gedeckt ist. Man bedient sich dieses Apparates, um daran die transversalen Schwingungen der Saite zu demonstriren und insbesondere zu zeigen, wie die an einem aliquoten Theile mit dem Finger leise berührte Saite auf den von der berührten Stelle um die 1-, 2-,...nfachen gleichen Längen entfernten Puncten Schwingungsknoten erhält, woselbst kleine aufgelegte papierne Reiterchen ruhn, wenn die Saite zwischen dem Stege und der berührten Stelle gestrichen wird, statt dafs sie in der Mitte zwischen diesen Puncten herabgeschleudert werden. Der Resonanzboden dient dann ferner dazu, um zu zeigen, dafs er selbst durch die schwingende Saite in Schwingungen versetzt wird, und wenn dies hierzu nicht stark genug ist, so darf man nur eine etwas starke Glasröhre vertical auf den Resonanzboden aufstemmen und an

Fig. 346.

m wollenen Läppchen in longitudinale Schwingungen ver-
n, um vermittelst aufgestreuten Sandes die Figuren der
versalen Schwingungen auf dem Resonanzboden zu erzeu-

Man kann auch endlich auf einen in der Mitte des Re-
nzbodens aufgestellten kurzen Cylinder von Holz oder Kork
etwa 2 bis 3 Zoll im Durchmesser haltende Scheibe von
oder Metall legen, auf dieser einen kurzen hölzernen
der aufrichten und über demselben die Saite des Mono-
ls spannen, um durch das Anstreichen derselben alle diese
le in Schwingungen zu versetzen, die sich auf der Scheibe
zuweilen auch auf dem Resonanzboden durch Figuren des
streuten Sandes sichtbar zeigen.

Eine zweite Bestimmung des Monochords ist, das Ver-
ifs der Saitenlängen zu den Tonhöhen nachzuweisen. Die
chste Construction für diesen Zweck erfordert zunächst
ine Saite, die man auf kleine Stege herabdrückt, durch
ie die Länge derselben zwischen den beiden Hauptste-
$\frac{1}{2}$-, $\frac{2}{3}$- und $\frac{4}{5}$mal genommen wird, um zu der Tonica der
die Tertie, Quinte und Octave zu erhalten. Sind diese
ilungen mathemätisch genau und wird die Saite durch
lerabdrücken nicht stärker gespannt oder sonstig verän-
so erhält man mathematisch genaue, also vollkommen
Intervalle; allein in der Ausübung ist es unmöglich, alle
1 erforderliche Bedingungen ohne irgend einen Fehler zu
en. Aus dieser Anwendung ist der Ausdruck *Kanon*,
en Namen die Alten der gespannten Saite gaben, deren
als Regel oder Grundlage diente, zu erklären. Um die
gte Tertie und Quinte sofort mit dem Grundtone ver-
ien zu können und zugleich um die Allgemeinheit der
ze, denen die Verhältnisse der Saitenlängen zu den er-
en Tönen unterliegen, unmittelbar nachzuweisen, ver-
man das Monochord, dessen ganze Länge dann etwa 4
beträgt, mit zwei Saiten, die auch von verschiedener
nd von ungleicher Dicke seyn können, um zu zeigen,
lie durch die Länge der Saiten bedingten Tonhöhen nicht
dem Einflusse ihrer Dicke stehn. Die Stege werden
aus kleinen Galgen von Eisendraht gebildet, neben de-
lie durch das Niederdrücken der Saiten auf dieselben er-
en Töne, als: kleine Terz $= \frac{5}{6}$, grofse Terz $= \frac{4}{5}$, Quinte
und Octave $= \frac{1}{2}$, auf den Resonanzboden geschrieben

Digitized by Google

sind. Eine Erweiterung erhält das Monochord, wenn man statt zwei Saiten deren vier gleiche oder an Dicke verschiedene aufzieht, die eine für die Tonica, die andern für die Tertie, Quinte und Octave. Bei jeder dieser gleichgestimmten Saiten sind dann die erforderlichen Längen auf dem Resonanzboden durch Linien bezeichnet, über welche kleine hölzerne Stege geschoben werden, um auf diese Weise den *harmonischen Dreiklang* mit willkürlicher Wahl der gleichgestimmten Saiten für jeden einzelnen dieser Töne zu haben. Will man die sämmtlichen Bedingungen, auf denen die Tonhöhen transversal schwingender Saiten beruhn, möglichst vereinigen, so richtet man das vier Saiten haltende Monochord so ein, daß die Saiten am einen Ende durch einen eisernen Haken festgehalten werden, dann statt des Steges über eine kleine, etwa 1 Lin. dicke und um sehr feine Zapfen leicht drehbare horizontale Walze laufen, dann in der gehörigen Entfernung wieder über eine solche Walze, in einem kleinen Abstande hiervon über eine gleichfalls leicht drehbare Rolle, hinter welcher das andere Ende vermittelst verschiedener Gewichte angezogen wird. Bei dieser Einrichtung bleiben die vorher genannten Stege, um den Einfluſs der Saitenlängen darzuthun, und aufserdem kann man die Dicken und die Gewichte verändern, um deren Einfluſs auf die Tonhöhen oder Schwingungszahlen nachzuweisen.

Die beschriebene bisher gebräuchliche Construction des Monochords änderte E. G. Fischer[1] ab, um einen genau gearbeiteten Apparat zur Bestimmung der absoluten Schwingungsmengen der Töne zu erhalten, wobei es hauptsächlich auf eine scharfe Messung der Länge ankam. Deswegen durfte die durch ein gegebenes Gewicht zu spannende Saite nicht über eine Rolle gezogen werden, und aufserdem mufste ein genauer Fig. 347. Maſsstab zum Messen ihrer Länge dienen. Sein Apparat bestand aus einem dreieckigen Fufsbrete AB von 2 Zoll Dicke und 21 Z. Seite auf Stellschrauben. In der Mitte erhebt sich eine viereckige, inwendig hohle, hölzerne Säule CD, 5 Fuſs hoch, vorn 2,5, an den Seiten 4 Zoll breit, oben mit einem beweglichen Deckel. Dicht unter diesem befand sich zwischen E F eine Klemmschraube, aus zwei starken Stäbchen von

1 Berliner Denkschriften 1822. und 1823. S. 187.

ssing, die durch eine Schraube bei F stark zusammengeist werden konnte, um die Saite dazwischen fest zu hal-

Parallel mit der Säule und vor ihrer Mitte war der (wegen bequemer Bearbeitung dreikantige) Messingstab m n an en Enden befestigt, mit einer seiner Flächen, worauf die theilung befindlich war, dem Beobachter zugewandt. Die le enthielt blofs Zollstriche, aber diese sehr fein und geabgemessen. Am obern Ende der Scale befand sich eine a 0,4 Zoll vorstehende, vorn etwas abgeschrägte Elfenplatte, deren auf diese Art gebildete scharfe Kante als rer Steg diente und mit dem 0 der Scale zusammenfiel, zweite, diesem ähnliche, aber auf der ganzen Scale beliche Steg ist bei K sichtbar. Er hatte bei l einen dicht der Scale liegenden, in 100 Theile getheilten messingnen ius von genau 1 Zoll Länge und so scharf getheilt, dafs nittelst einer Loupe noch Tausendstel eines Zolles geschätzt den konnten. Das runde Gewicht HI am Ende der Saite and aus 6 einzelnen Stücken, deren jedes 80 preuss. Loth und die sich an einander schrauben liefsen. Die zum rauche bestimmten Saiten wurden mit kleinen Gewichten hwert an Häkchen vom Deckel herab im Innern der Säule ehangen. Vermittelst dieser Vorrichtung und nach der nel

$$n = \frac{1}{L}\sqrt{\frac{2g\lambda P}{\gamma}},$$

in n die Zahl der Schwingungen, L die Länge der Saite, as spannende Gewicht, g der Fallraum in 1 Secunde, γ Gewicht eines Stückes von der Länge λ bezeichnen, fand CHER von 4 Stimmgabeln die *Zahl der einfachen Schwingen*[1] des normalen a ($\bar{a}$) vom Theater zu Berlin = 874, der *Grand Opéra* zu Paris = 862, vom *Théatre Feyu* = 816, vom *Théatre Italien* = 848.

W. WEBER[2] hat diese Construction des Monochords, welser lieber *Tonmesser* oder *Tonwaage* genannt wissen will, l es zuweilen mit mehrern Saiten bespannt wird, in einen Theilen abgeändert und bei seinen akustischen Un-

1 Ausführlichere Untersuchungen über diese Bestimmungen finman im Art. *Schall*, absolute Schwingungsmengen.

2 Poggendorff Ann. XV. 1.

Digitized by Google

tersuchungen vielfach gebraucht; er empfiehlt es sowohl den experimentirenden Physikern, als auch den Instrumentenmachern, hauptsächlich zur Erhaltung einer überall gleichen Stimmung und zur Ausmittelung der absoluten Vibrationsmengen der Töne, um die letzteren jederzeit wieder auffinden zu können. Inzwischen gesteht er selbst, dafs für die Stimmung die Gabel ungleich geeigneter sey, die neuesten Untersuchungen, namentlich von Scheibler, haben aber gezeigt, dafs die Vibrationsmengen der Töne ungleich genauer vermittelst der *Stöfse* aufgefunden werden, und hiermit fällt der Hauptzweck sehr genau gearbeiteter und daher auch kostbarer Monochorde weg, zugleich aber vereinigt sich auch Weber mit gewifs allen wissenschaftlichen Akustikern in dem Wunsche, dafs doch endlich einmal eine überall gleiche Stimmung der Instrumente eingeführt werden möge, was durch die Wahl von 880 Vibrationen für das normale eingestrichene a (ā) und durch Anwendung der genauen, von Scheibler zu beziehenden Stimmgabeln sehr leicht geschehn könnte.

Fig. 348. Weber's Tonmesser besteht aus einer in der Mitte ausgeschnittenen Säule auf drei Füfsen mit Stellschrauben, vor welcher die anzuwendende Saite in verticaler Richtung ausgespannt wird. Zum Festhalten des Stückes der Saite von bestimmter Länge dienen die beiden Klemmen, bei denen man die eine Hälfte der andern vermittelst einer Schraube durch genau horizontale Bewegung nähert. Statt der Klemme wählte er später nach der Angabe Schaffrinsky's einen kleinen, Fig. 349. bis zur Mitte eingeschnittenen Cylinder von Stahl, in dessen Einschnitt die Saite bis 0 geschoben wurde. Um die Mittheilung der Vibrationen an den Stahlcylinder und von diesem zunächst an die Klemme und demnächst an die Säule möglichst zu verhüten, wurde der Cylinder mit Blei umgeben, Fig. 350. dann in einen Sandstein eingepafst und dieser in der messingnen Klemme festgeklemmt. Diese Klemme war auf einem hölzernen Würfel befestigt, welcher in dem Einschnitte der Säule wie ein Schlitten aufwärts und abwärts glitt, zugleich aber mittelst einer Schraube einem über ihm befindlichen, gleichfalls in dem Einschnitte leicht verschiebbaren und durch Schrauben festzustellenden zweiten Würfel genähert werden konnte. Hiernach ging also die oben an der Säule befestigte Saite durch die beiden in willkürliche Abstände festzustellen-

Klemmen, dann durch ein Loch, und wurde an einer ischen den Füfsen des Instruments befindlichen Waagschale estigt, welche zur Aufnahme der erforderlichen Gewichte nte. Beim Experimentiren wurde die Saite ungefähr mit Hälfte des Gewichts ihrer Tragkraft belastet, nach dem chrauben der obern Klemme wurde das Gewicht verdop-t, dann die untere Klemme geschlossen, in einem genau nessenen Abstande über derselben auf der Saite ein kleines ckchen Messing befestigt, die Hälfte des Gewichts wieder ggenommen und nach dem Oeffnen der unteren Klemme ser Abstand abermals gemessen, um die Ausdehnung der te durch die verschiedene Belastung und also das Gewicht es Stückes derselben von gegebener Länge bei gegebener nnung auszumitteln. Die Bestimmung dieser Gröfse hat CHER bei seinen Versuchen übersehn, dessen Apparat übri-s dem hier beschriebenen an Genauigkeit und Bequemlich-t wohl nicht nachsteht.

Das Monochord kann man auch benutzen zur Erzeugung l Prüfung der durch HELWAG beachteten eigenthümlichen ne, die von CHLADNI[1] *Klirrtöne* genannt worden sind. Sie rden erzeugt, wenn eine vibrirende Saite mit einem aliquoten eile ihrer Länge gegen einen festen Körper schlägt, so dafs Reihenfolge der hierdurch erzeugten Pulsus (wie bei der ene), für sich oder in Verbindung mit den Schwingungen Saite, einen Ton erzeugt. Es ist auf jeden Fall schwie-, sie hörbar zu machen, weil die Saite zu leicht in ihren wingungen gestört wird und zur Ruhe kommt. Inzwi-en läfst sich die Höhe der entstandenen Töne leicht aus angegebenen allgemeinen Bestimmung ableiten. CHLADNI nte nur drei solcher Töne hervorbringen, indem er unter Saite einen Steg so stellte, dafs die Saite dessen obere nte fast berührte. Bei verticalen Schwingungen der Saite llte er dann eine tiefere Quinte gehört haben, welches er aus ableitete, dafs die Hälfte der Saite pn eine halbe al- Fig.
$\frac{1}{4}$, die andere Hälfte gleichfalls $\frac{1}{4}$, beide Hälften dann bis[351]
r Lage pnq (ohne Berührung des Steges) eine halbe, und zur Lage pmq abermals eine halbe Schwingung machen,

1 Akustik S. 74. §. 59. Traité d'Acoustique §. 42. Poggendorff n. VIII. 457.

Digitized by Google

so dafs die Summe $\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}=\frac{4}{4}$ Schwingungen betragen müfste. Hieraus ergiebt sich nach ihm das Verhältnifs $\frac{4}{3}$ zu 1, also in Beziehung auf den Ton $\frac{2}{3}:1$ oder die Quinte. Dieses könnte jedoch nur unter der Bedingung statt finden, wenn die halben Schwingungen der Hälfte der Saite so viele Zeit erforderten, als eine halbe Schwingung der ganzen Saite, was aber mit der Theorie nicht übereinstimmt. Wird dieses nicht angenommen, so vollendet die Saite $\frac{4}{3}$ Schwingungen in der nämlichen Zeit, worin sie sonst $\frac{2}{3}$ machen würde, und der Ton müfste dann eine Quinte höher seyn. Nörremberg[1] hat diesen Irrthum berichtigt und empfiehlt folgendes Verfahren. Man bezeichne die Mitte der Länge der D-Saite auf einer rein gestimmten Geige, stelle daselbst zwischen der D- und A-Saite ein vierkantiges hölzernes Stäbchen vertical so auf das Griffbret, dafs bei einer geringen Neigung dessen Ecke von der in starke horizontale Schwingungen versetzten D-Saite getroffen wird, so wird man einen deutlichen Klirrton hören, welcher mit der D-Saite die höhere Quarte und mit der eine Quinte tiefern G-Saite die Octave bildet. Die ganze Saite vollendet nämlich von ihrer gröfsten Ausweichung links bis zur Berührung des Steges eine halbe Schwingung und von hier an machte jede Hälfte bis zur gröfsten Ausweichung rechts gleichfalls eine halbe Schwingung. Auf dem Rückwege macht jede Hälfte der Saite eine halbe Schwingung, bis sie den Steg verläfst, und dann noch eine halbe, bis zu ihrer gröfsten Ausweichung links, die Schwingungszeit zwischen der gröfsten Ausweichung auf der einen Seite und der auf der andern ist also zusammengesetzt aus der Dauer einer halben Schwingung der ganzen Saite und der Dauer einer halben Schwingung der Hälfte, man hat also $\frac{1,5}{4}$ und $\frac{1,5}{4}=\frac{3}{4}$ der Zeit einer ganzen Schwingung, folglich $\frac{4}{3}$ der Tonhöhe oder die Quarte.

Mir will es nicht gelingen, den Klirrton deutlich wahrzunehmen, weil die Schwingungen bald zu doppelten der halben Saite übergehn, so dafs die Octave gehört wird, was auch Chladni meistens fand. Aufserdem giebt Letzterer an, dafs er noch einen undeutlichen Klirrton wahrnahm, wenn der Steg in $\frac{2}{7}$ der Saitenlänge untergesetzt wird, wobei der Ton das Verhältnifs $\frac{4}{7}$ zu 1 erhält, und wenn man ihn unter $\frac{1}{4}$ setzt,

1 Poggendorff Ann. IX. 488.

welchem Falle die tiefere grofse None oder das Verhält-
fs $\frac{8}{9}$: 1 zum Vorschein kommen soll. Sonach ist merkwür-
g, dafs dieser genaue Experimentator stets tiefere Töne als
n eigenthümlichen Ton der Saite hörte.

M.

Morgen.

Morgengegend; *Oriens;* Orient; *Est.*

Diejenige Himmelsgegend, an welcher die Gestirne auf-
hn. Sie steht dem Beobachter, wenn er sein Gesicht gen
id wendet, zur linken Hand. Nach dieser vagen Erklärung
s mehr im gemeinen Leben als in der Wissenschaft ge-
äuchlichen Wortes begreift der *Morgen* die ganze Hälfte
s Horizonts, welche auf der Ostseite des Meridians zwi-
hen Süd und Nord liegt. Schärfer bestimmt wird dieser Be-
iff im Art. *Morgenpunct.*

Ebenso unbestimmt ist die andere gemeine Bedeutung des
ortes Morgen, wo sich dasselbe nicht, wie zuvor, auf den
aum, sondern auf die Zeit bezieht, und zwar auf diejenige
eit, um welche die Sonne aufgeht, selbst mehrere Stnnden
or und nach dem eigentlichen Aufgange mit begriffen.

Es wäre hier und an so vielen andern Orten dieses Wer-
es Gelegenheit, über die Unbestimmtheit der Worte unserer
nd aller anderer Sprachen, so lange sie nicht in die Wis-
nschaft eingeführt sind, einige Bemerkungen mitzutheilen,
ie nur zu oft, selbst in manchen wissenschaftlichen Unter-
uchungen, nicht gehörig berücksichtigt werden. Ohne uns
ier über diesen Gegenstand umständlich zu verbreiten, mag
s genügen, nur im Allgemeinen auf seine grofse Wichtigkeit,
ir die individuelle Bildung des Geistes sowohl, als auch für
ie Förderung der Wissenschaft selbst, aufmerksam gemacht zu
aben. Wenn wir die Erziehung der Kinder und die Bildung
n höheren Unterrichtsanstalten so einrichten könnten, dafs je-
em alles Undeutliche völlig verständlich wäre, so würde
ine andere Welt entstehn und unsere Geschichte würde fort-
n von dieser Reformation ihre glänzendste Epoche zählen.
Die meisten unter uns sehn, was sie zu sehn glauben, nur wie
urch einen Nebel und diejenigen sind am wenigsten zu be-

Digitized by Google

neiden, die an diesen Nebel nicht einmal glauben wollen. Da aber hier weder Ort noch Zeit seyn mag, hierauf weiter einzugehn, so verweisen wir für das Weitere auf des jüngern Herschel prelim. Discourse on the study of natural philosophy (Lond. 1830) (ins Deutsche übersetzt Leipzig 1836. und Göttingen 1836.), wo sich auch noch manche andere, mit diesem Gegenstande nahe verwandte, treffliche Bemerkungen finden.

L.

Morgendämmerung s. Dämmerung.

Morgenpunct.

Ostpunct; *Oriens;* Orient, Levant; *Est;* ist derjenige Punct des Horizonts, welcher von dem Aequator auf derjenigen Seite des Himmels geschnitten wird, wo für uns die Gestirne aufgehn. Der Morgenpunct liegt daher genau in der Mitte zwischen dem Süd- und Nordpuncte und zwar auf der Ostseite des Horizonts. Ihm genau gegenüber ist der *Abend-* oder *Westpunct.* Im Anfange des Frühlings (am 21. März) und im Anfange des Herbstes (am 21. Sept.) geht die Sonne genau in diesen beiden Puncten auf und unter, weil sie zu diesen beiden Zeiten in der Ebene des Aequators ist, wo sie die Tage und Nächte auf der ganzen Erde von gleicher Länge macht, daher diese Orte des Horizonts auch die *Nachtgleichen* oder die *Aequinoctien* genannt werden.

L.

Morgenröthe, s. Abendröthe.

Morgenstern.

Phosphorus, Lucifer; Étoile du Matin; *Morning Star.*

So wird der Planet *Venus* zu der Zeit genannt, wo er vor der Sonne aufgeht und daher in den letzten Stunden der Nacht am östlichen Himmel sichtbar ist. Da er um diese Zeit westlich von der Sonne steht, also auch vor der Sonne untergeht, so ist er in den Abendstunden oder nach Sonnenun-

ıg unsichtbar. Wenn er aber, einige Zeit darauf, auf die ıte der Sonne tritt, so geht er nach der Sonne auf und her Morgens unsichtbar, aber dafür geht er auch nach onne unter und wird daher in den ersten Nachtstunden ɔendlichen Himmel gesehn, wo er dann *Abendstern* ge- wird.

)a die nahe kreisförmige Bahn dieses Planeten kleiner e Erdbahn ist, so müssen ihn die Bewohner der Erde nur in einer gewissen Nähe der Sonne sehen. Doch kann ı von der Sonne bis auf 46½ Grad östlich oder westlich ent-ı, daher er bis nahe vier Stunden vor dem Aufgange der Sonne ɔrgenstern oder ebenso lange nach dem Untergange der Sonne ıendstern am Himmel gesehn werden kann, wo er wegen hellen Lichtes alle andere Gestirne überstrahlt und auch edankenlosesten Zuschauer auffällt.

Vegen dieses hellen Lichtes und wegen seiner schnellen ɔung unter den übrigen fixen Gestirnen des Himmels er unter allen Planeten von den Alten wahrscheinlich als ein solcher erkannt. Homer erwähnt ihn bereits, e Hesiod, und jener nennt ihn in der Ilias den schön-*καλλιστος*.

lell wie der Stern vorstrahlet in dämmernder Stunde des Melkens,
lesperos, der der schönste erscheint von den Sternen des Himmels."

AGORAS soll der Erste gewesen seyn, der erkannt hat, ler Morgen- und Abendstern ein und derselbe Planet er nur, nach seiner östlichen oder westlichen Stellung die Sonne, dort Abends und hier Morgens am nächtli-Himmel sichtbar ist.

)a übrigens die Bahn *Mercurs*, des der Sonne nächsten en, ebenfalls von der Erdbahn eingeschlossen wird, so auch er, so wie Venus, bald als Morgen- und bald als lstern erscheinen, so dafs dieser Doppelname eigentlich ı Planeten, Venus und Mercur, mit gleichem Rechte zu-t. Allein da die Entfernungen Mercurs von der Sonne eringer sind, als die der Venus, und nur auf 23 Grade so ist er nur eine viel kürzere Zeit Morgens vor oder ls nach der Sonne sichtbar, und da er überdiefs wegen ofsen Nähe der Sonne in seinem Lichte so geschwächt

wird, dafs man ihn nur unter den günstigsten Umständen mit freien Augen sehn kann, so sind jene Ehrenbenennungen der Venus allein vorbehalten geblieben.

L.

Morgenweite.

Amplitudo ortiva; Amplitude ortive ou orientale; *Eastern amplitude.*

So heifst der Abstand desjenigen Puncts des Horizonts, in welchem ein Gestirn aufgeht, von dem wahren Morgenpuncte. Jedes Gestirn hat demnach seine Morgenweite; die Sonne und die Planeten haben eine veränderliche Morgenweite. Wenn die Sonne, zur Zeit der Nachtgleichen, im Aequator ist, so ist ihre Morgenweite gleich Null, da sie dann im wahren Morgenpuncte aufgeht. Ebenso heifst die Entfernung des Punctes des Horizonts, in welchem ein Gestirn untergeht, von dem wahren Abendpuncte die *Abendweite*[1] des Gestirns. Beide Weiten werden durch dieselbe Formel, die schon im Artikel *Abendweite* gegeben worden ist, berechnet, so wie auch die dort mitgetheilte Tafel für beide Weiten gilt. Die Sammlung astron. Tafeln, Berlin 1776, enthält ausführliche Tabellen, welche die Morgen- und Abendweite für alle Gestirne und für alle Polhöhen geben.

Man kann noch bemerken, dafs die im Art. *Abendweite* gegebene Formel nur genähert ist, indem sie auf die Refraction und auf die Aenderung der Declination des Gestirns keine Rücksicht nimmt. Da sich die Seefahrer der Morgen- oder Abendweite der Sonne zur Bestimmung der Abweichung der Magnetnadel bedienen, so lohnt es die kleine Mühe, jene Correction hier nachzutragen.

Nennt man also Θ diese Morgen- oder Abendweite, φ die Polhöhe des Beobachtungsortes und endlich δ die Declination der Sonne am Mittage des gegebenen Tags, so hat man

$$\text{Sin.}\,\Theta = \frac{\text{Sin.}\,\delta}{\text{Cos.}\,\varphi}.$$

1 S. Art. *Abendweite.* Bd. I. S. 14.

aber, um den Werth von Θ genauer zu finden, r die Ho-ntalrefraction weniger der Horizontalparallaxe des Gestirns ist $\partial\delta$ die tägliche Aenderung der Declination desselben endlich ρ die Zeit vom Mittage bis zum Auf- oder Un-ange, in Stunden und Theilen von Stunden ausgedrückt, ist die Declination des Gestirns für die Zeit seines Auf-Untergangs gleich

$$D = \delta + \frac{s \cdot \partial\delta}{24}$$

damit findet man die Morgen- oder Abendweite Θ des irns durch den Ausdruck

$$\text{Sin.}\,\Theta = \frac{\text{Sin.}\,r\,\text{Sin.}\,\varphi + \text{Sin.}\,D}{\text{Cos.}\,r\,\text{Cos.}\,\varphi}.$$

achlässigt man die Declinationsänderung $\partial\delta$ und die Ho-ntalrefraction r, so ist $\partial\delta = 0$, also $D = \delta$, und $r = 0$ und r

$$\text{Sin.}\,\Theta = \frac{\text{Sin.}\,\delta}{\text{Cos.}\,\varphi},$$

zuvor. Für grofse geographische Breiten kann diese Cor-on, wie man sieht, sehr beträchtlich werden.

L.

Multiplicationskreis.

Circulus multiplicatorius; Cercle multiplicateur; *ltiplying Circle.*

Ein astronomisches Instrument, das man in der Zeichnung Fig. bildet sieht. Es besteht, nach seinen wesentlichsten Thei- 352. aus zwei concentrischen Kreisen m m und n n, die sich iner verticalen Ebene um ihre gemeinschaftliche horizon-Axe A B drehn, welche letztere durch den sie dem Auge eckenden Würfel Q B an einer verticalen Säule F Q be-gt ist, die selbst wieder auf einem Dreifufse mit Stell-auben k k′ k″ ruht. Von der erwähnten horizontalen Axe n die beiden Enden derselben bei A und B etwas über übrigen Theile des Instruments hervor, um an diese End-:te die Haken einer Hängelibelle anbringen zu können. ıit übrigens diese Kreise, die nur an dem einen Ende A r Axe befestigt sind, diese Axe nicht schief drücken können,

Digitized by Google

ist ein mit Blei gefülltes Gegengewicht H auf der andern Seite der Säule FQ angebracht, ganz so, wie dieses schon früher[1] erklärt worden ist.

Mit dem innern Kreise mm, welcher zugleich die vier Verniers trägt, ist das Fernrohr CD fest verbunden, so dafs es nur mit diesem Kreise zugleich auf und ab bewegt werden kann. Das Fernrohr hat bei A eine Oeffnung, durch die man das Licht einer Lampe gehn läfst, um das Innere des Fernrohrs zur Nachtzeit zu beleuchten. Diese Lampe hängt an einem Bogen, der an die für das Gegengewicht H bestehende Vorrichtung pq angebracht werden kann. Bei seinem Brennpuncte C trägt es in seinem Innern einen Spiegel, welcher gegen die Axe des Fernrohrs um 45 Grade geneigt ist und daher die von dem Gestirn nach dieser Axe einfallenden Lichtstrahlen wieder unter dem Winkel von 45 Graden in das seitwärts stehende Ocular des Fernrohrs zurückwirft. Diese Einrichtung hat den Vortheil, dafs das Auge des Beobachters hohe und niedere Sterne immer in einer horizontalen Richtung sieht, während bei der sonst gewöhnlichen Einrichtung des Fernrohrs sehr hohe Sterne bei diesem Baue des Instruments beschwerlich oder wohl gar nicht beobachtet werden könnten. Der äufsere Kreis nn endlich trägt die Theilung, die durch die Verniers des innern Kreises auf die bekannte Art wieder in kleinere Theile, gewöhnlich bis auf 4 Secunden untergetheilt wird. Dieser äufsere Kreis kann durch eine eigene Vorrichtung, die in der Figur der gröfseren Einfachheit wegen nicht aufgenommen ist, durch eine sogenannte Druckschraube, an die verticale Säule FQ befestigt werden, und eine zweite ähnliche Druckschraube ist bestimmt, den innern, das Fernrohr tragenden Kreis wieder an den äufseren zu befestigen. Jede dieser Druckschrauben ist noch mit einer eigenen feinen Mikrometerschraube versehn, durch welche man diese Kreise, selbst wenn sie bereits durch ihre Druckschrauben befestigt sind, noch etwas weniges in ihrer Ebene drehen oder verrücken kann. Wenn man also blofs die Druckschraube des innern Kreises löst, so kann man denselben sammt dem mit ihm fest verbundenen Fernrohre um den befestigten äufsern Kreis bewegen. Wenn man aber die Druckschraube

1 S. Art. *Meridiankreis*.

innern Kreises anzieht, d. h. wenn man den innern Kreis
len äufsern befestigt und dafür die Druckschraube des äu-
s Kreises, die ihn an die Säule FQ bindet, lüftet, so kann
dann beide Kreise zugleich, sammt dem Fernrohre, um
gemeinschaftliche Axe AB drehn. Auf dieser Eigen-
ift beruht, wie wir bald sehn werden, das Princip der
ltiplication, von welcher das Instrument seinen Namen
t.

Die erwähnte Säule FQ ist ein hohler Cylinder von Me-
der an seinem untersten Theile auf drei starken Füfsen
. Unter diesen Füfsen wird durch drei Schrauben (von
hen man in der Zeichnung nur die zwei a und c sieht)
dreiarmige Spange von Stahl befestigt, von welcher eben-
nur die zwei Arme ab und bc sichtbar sind. Auf der
e b dieser starken, elastischen Stahlfeder steht die eigent-
verticale Axe des Instruments, nämlich eine cylindrische
ge von Stahl, die durch die Höhlung jenes Cylinders FQ
, mit ihrem untersten Ende auf der Stahlspange abc ruht
in ihrem obersten Endpuncte die erwähnte horizontale
der beiden Kreise trägt.

Noch ist unter dem Fufsgestelle ein kleinerer horizonta-
Kreis aMc angebracht, der sich zugleich mit der vertica-
Stahlaxe drehn läfst. Man sieht bei d die Druckschraube,
h welche man diesen Kreis an einen der drei Füfse des
estals befestigen kann, so wie an demselben Fufse auch
Index angebracht wird, durch dessen Hülfe man den Bo-
lesen kann, um welchen man die beiden verticalen Kreise
und nn, so wie den horizontalen Kreis ac um die ver-
Säule FQ gedreht hat.

Rectification des Multiplications-kreises.

Ehe man mit diesem Instrumente beobachten kann, mufs
erst in allen seinen Theilen gehörig rectificirt seyn. Da-
erden vorzüglich drei Stücke erfordert. 1) Die verticale
ungsaxe FQ oder eigentlich die oben erwähnte durch den
en Cylinder FQ gehende Stahlstange mufs vollkommen
recht auf dem Horizonte stehn. 2) Dann mufs die gemein-

Digitized by Google

schaftliche horizontale Axe AB der beiden obern Kreise vollkommen horizontal seyn, woraus dann von selbst folgt, dafs auch die Ebene dieser beiden Kreise vertical seyn wird, weil der Künstler dieselbe schon senkrecht auf die Axe AB gestellt hat, auch die Mittel besitzt, diese senkrechte Stellung mit der gröfsten Genauigkeit auszuführen. 3) Endlich mufs die optische Axe des Fernrohrs in allen Lagen desselben mit der Ebene der beiden Kreise parallel seyn. Diese optische Axe ist aber die gerade Linie, welche den Mittelpunct des Objectivs D mit dem Durchschnitte der beiden Mittelfäden verbindet, die in dem Brennpuncte des Fernrohrs senkrecht auf diese Axe ausgespannt sind.

Um der ersten Forderung zu genügen, wird man sich am besten der Hänglibelle bedienen, die an die beiden hervorstehenden Enden der horizontalen Axe AB angehängt wird. Man stellt bei so eingehängter Libelle die Ebene der beiden obern Kreise zweien von den drei Enden des Piedestals z. B. der Linie kk', parallel und bringt die Blase der Libelle durch Bewegung der Fufsschraube k oder k' in die Mitte. Dann dreht man jene Kreise um 180 Grade, so dafs ihre Ebene wieder der Linie kk' nahe parallel wird. Wenn jetzt die Blase z. B. um 10 Theilstriche von der Mitte entfernt ist, so wird man sie durch Bewegung einer der beiden Fufsschrauben k oder k' in die Mitte zwischen jenen beiden Orten, also so auf den Theilstrich 5 bringen, und dann wird die Linie FQ mit einer durch die beiden Puncte k und k' gehenden Verticalebene parallel seyn. Der gröfsern Sicherheit wegen wird man das so eben angezeigte Verfahren wiederholen und die obern Kreise wieder zweimal in die der Linie kk' parallele Stellung bringen und zusehn, ob die Libelle in beiden Lagen denselben Punct giebt. Wenn noch eine kleine Differenz statt hat, wenn z. B. die Libelle in der einen Lage der Kreise 5 und in der andern 6 Theilstriche gezeigt hat, so wird man sie durch die Schraube k oder k' auf $\frac{1}{2}(5+6)=5\frac{1}{2}$ bringen. Um aber dann auch diese Axe FQ vollkommen vertical auf den Horizont zu stellen, wird man die beiden obern Kreise um ihre Drehungsaxe FQ nur um 90 Grade drehen, so dafs ihre Ebene jetzt durch den dritten Fufs k'' geht, und wenn hier die Libelle nicht wieder denselben Theilstrich zeigt wie zuvor, so wird man sie blofs durch die Bewegung dieser

ten Fufsschraube k auf den vorigen Theilstrich zurückfüh-
. Hat man diese Operationen gehörig durchgeführt, so
d jetzt die Blase stets bei demselben Theilstriche stehn, in
che Ebene man auch die beiden obern Kreise um ihre Axe
bringen mag, d. h. diese Axe FQ wird vollkommen ver-
l stehn. Wenn die ersten Fehler dieser Axe zu grofs wa-
, so wird man bei einer ersten Ausführung dieser Methode
die Fehler verkleinern und dann erst bei einer genauen
derholung derselben diese Fehler ganz wegbringen. Ue-
ens setzt dieses Verfahren, wie man sieht, voraus, dafs
Libelle wenigstens so weit selbst rectificirt ist, dafs bei
r horizontalen Lage derselben die Blase sich wenigstens
t zu weit von der Mitte entfernt, wozu die Mittel allge-
bekannt sind.

Nachdem so die Axe FQ des ganzen Instruments voll-
men vertical gestellt worden ist, kommt es noch darauf
die Axe AB der beiden Kreise ebenso genau horizontal
tellen. Diese Axe AB wird von vier starken Schrauben
lten, die an ihren Endpuncten A und B auf ihre obere und
re Seite einwirken. Wenn man nun dieselbe Hängli-
in entgegengesetzten Lagen an die Axe AB einstellt und
n sie z. B. in der ersten Lage 6 und in der andern 10
, so wird man, mittelst der erwähnten Schrauben, diese
an ihrem einen Ende etwas erhöhen oder erniedrigen, bis
Blase bei der Zahl 8 steht. Die Wiederholung dieses
ahrens wird auch hier zeigen, ob die Libelle in beiden
n dieselbe Zahl zeigt, d. h. ob die Axe AP in der That
der grofsen Axe FQ senkrecht, also horizontal steht. Und
nit ist auch die zweite Forderung erfüllt.

Um endlich auch noch der dritten genug zu thun, d. h.
die optische Axe des Fernrohrs mit der Ebene seines
ses parallel zu stellen, wird man zuerst das Fadennetz in
Brennpunct des Fernrohrs und den einen Faden dessel-
horizontal stellen, was ganz nach denselben Vorschrif-
gemacht werden kann, die schon oben[1] vorgetragen wur-
und daher hier keine Wiederholung bedürfen. Dann
man den verticalen Mittelfaden auf ein sehr entferntes
wohlbegrenztes terrestrisches Object stellen, wobei der

[1] S. Art. *Meridiankreis.*

untere Horizontalkreis a b c abgelesen werden kann. Dann dreht man die beiden obern Kreise um die grofse Axe F Q genau um 180 Grade, was man eben durch diesen Horizontalkreis sehn kann, und dreht auch das Fernrohr um seine Axe A P, so dafs das Objectiv D desselben wieder jenem terrestrischen Gegenstande zugewendet wird. Trifft in dieser Lage der verticale Mittelfaden dieses Object nicht wieder in denselben Puncte, wie zuvor, so wird man den halben Fehler durch die kleine Schraube bei C verbessern, welche bestimmt ist, diesen Faden mit seinem ganzen Netze der Ebene des Kreises zu nähern oder ihn davon zu entfernen. Eine Wiederholung desselben Verfahrens wird auch hier den etwa noch übrig gebliebenen Fehler bis zur Unmerklichkeit vermindern.

B. Beobachtungsart mit diesem Instrumente.

Es ist bereits oben gesagt worden, dafs man mit Hülfe zweier Druckschrauben den innern Kreis an den äufsern und auch den äufsern Kreis an seine verticale Säule F Q befestigen kann und dafs das Fernrohr mit dem innern Kreise unveränderlich verbunden ist. Sind beide Druckschrauben geschlossen, so läfst sich keiner der beiden verticalen Kreise (oder doch nur ganz wenig durch ihre ebenfalls schon erwähnten Mikrometerschrauben) bewegen. Ist blofs die Druckschraube des äufsern Kreises geschlossen, so läfst sich der innere Kreis mit seinem Fernrohre bewegen. Ist endlich die Druckschraube des innern Kreises geschlossen, aber die des äufsern geöffnet, so lassen sich beide Kreise zugleich in ihrer verticalen Ebene um die gemeinschaftliche Axe A B derselben drehen.

Dieses vorausgesetzt stelle man nun einen der vier Vernier des innern Kreises auf irgend einen Theilstrich des äufsern, a. B. auf 0°, wodurch die drei andern sehr nahe auf 90, 180 und 270° kommen werden. Dann befestige man durch die erste der erwähnten Druckschrauben den innern Kreis an den äufsern, bringe durch die Mikrometerschraube des innern Kreises den ersten Vernier genau auf 0° 0′ 0″ und lese auch genau den Stand der drei übrigen Ver-

rs ab. Man öffne nun die zweite Druckschraube oder die äufsern Kreises und drehe beide Kreise zugleich um ihre ticale Säule FQ so lange, bis ihre Ebene durch das zu bachtende Gestirn geht. In dieser Ebene drehe man dann der beide Kreise zugleich um ihre horizontale Axe AB, das Gestirn im Felde des Fernrohrs, nahe an dem horitalen Faden desselben, erscheint. Dann schliefse man äufsern Kreis durch seine Druckschraube, bringe durch Mikrometerschraube des äufsern Kreises den Faden geauf den Stern und bemerke die Uhrzeit dieser ersten Bechtung.

Da bisher der innere Kreis mit seinem Fernrohre immer dem Nullpuncte des äufsern Kreises stehn geblieben ist, at diese Beobachtung, für sich allein, keinen Werth und geht daher sogleich zu der zweiten Beobachtung über. dreht nämlich jetzt die beiden Kreise zugleich um ihre icale Säule FQ um 180 Grade, bis die Ebene dieser Kreise der durch das Gestirn geht. In dieser Stellung des Inments löst man die erste Druckschraube (die den innern s an den äufsern bindet), und dreht diesen gelösten in- Kreis innerhalb des festen äufsern um ihre horizontale AB so lange, bis der Stern wieder nahe in der Mitte Feldes des Fernrohrs erscheint. Dann schliefst man den rn Kreis mittelst seiner Druckschraube wieder an den äu- und bringt durch die Mikrometerschraube des innern ses den Faden genau auf das Gestirn und bemerkt endwieder die Uhrzeit dieser zweiten Beobachtung. Durch Drehung des innern Kreises hat aber das Fernrohr ofar die doppelte Zenithdistanz des Gestirns durchlaufen. t man daher am Ende dieser zweiten Beobachtung die Verniers wieder ab, so wird das Mittel aus den beiden sungen im Anfange und am Ende des ganzen Verfahdie gesuchte doppelte Zenithdistanz des Gestirns geben. man aber, am Ende der zweiten Beobachtung, die e Operation noch einmal in der angeführten Ordnung erholen, so wird am Ende der vierten Beobachtung das rohr sich um die vierfache Zenithdistanz des Sterns behaben oder die Differenz zwischen der ersten und letzStellung des innern Kreises wird die vierfache Zenithdi- des Sterns geben, und ebenso wird man die 6-, 8-,

Digitized by Google

10..fache Zenithdistanz desselben erhalten. Dafs übrigens das Ablesen der Verniers nicht nach jeder geraden, d. h. nicht immer nach der 2., 4., 6. Beobachtung, sondern dafs dasselbe erst am Schlusse aller Beobachtungen nöthig sey, bedarf keiner weitern Erläuterung.

Aber für welchen Augenblick zwischen allen diesen Beobachtungen gilt diese 2-, 4-, 6..fache Zenithdistanz? Wenn die Höhenänderung des Gestirns während aller dieser Beobachtungen als der Zeit proportional angenommen werden kann, so kann man das Mittel aus allen Zenithdistanzen als für den Augenblick gehörend ansehn, welcher zu der Mitte aus allen Uhrzeiten der einzelnen Beobachtungen gehört. Wenn dieser Beobachtungen nur wenige, etwa blofs zwei oder vier Paare, genommen werden und wenn überdiefs die zwischen ihnen verflossene Zeit nicht zu grofs ist, also z. B. vier oder sechs Minuten nicht übersteigt, so wird man sich jene Voraussetzung bei allen Gestirnen, den Mond etwa ausgenommen, ohne merklichen Fehler erlauben können. Darf man sich aber diese Supposition nicht zugeben, so wird man jedes einzelne Beobachtungspaar auf die Mitte der Zeit aller Beobachtungen reduciren, wozu folgendes Verfahren das zweckmäfsigste ist.

Sey Z das Mittel aus allen Zenithdistanzen, deren Anzahl N seyn soll, und sey ebenso T das Mittel aus allen Uhrzeiten der einzelnen Beobachtungen, so dafs also z. B. für drei Beobachtungspaare $N = 6$ und Z ebenfalls der sechste Theil des von dem Fernrohre durchlaufenen Bogens ist. Bezeichnet man ferner durch p die Poldistanz des beobachteten Gestirns und durch ψ die Aequatorhöhe, welche beide Gröfsen nur beinahe bekannt zu seyn brauchen, und nennt man Θ, Θ', Θ''.. die Differenz der Zeit T und der Uhrzeit der 1., 2., 3. Beobachtung, so suche man die Gröfse

$$\frac{2\,\mathrm{Sin.}^2\frac{\Theta}{2}}{\mathrm{Sin.}\,1''} + \frac{2\,\mathrm{Sin.}^2\frac{\Theta'}{2}}{\mathrm{Sin.}\,1''} + \frac{2\,\mathrm{Sin.}^2\frac{\Theta''}{2}}{\mathrm{Sin.}\,1''} + \ldots,$$

die wir der Kürze wegen durch $\Sigma \frac{2\,\mathrm{Sin.}^2\frac{\Theta}{2}}{\mathrm{Sin.}\,1''}$ bezeichnen wollen und die man aus den allgemein bekannten Tafeln mit den Argumenten Θ, Θ', Θ''.. ohne alle Mühe nehmen kann.

s sey ferner ζ die gesuchte Zenithdistanz des beobach-
Gestirns, die zu der Zeit T der Mitte aller Beobachtun-
ehört, so hat man

$$\zeta = Z + \frac{1}{N}(n - m^2 \text{ Cotg. } z) \cdot \Sigma \frac{2 \text{ Sin.}^2 \frac{\Theta}{2}}{\text{Sin. } 1''},$$

$$= \frac{\text{Sin. p Sin. } \psi}{\text{Sin. Z}} \cdot \text{Cos. T und } m = \frac{\text{Sin. p Sin. } \psi}{\text{Sin. Z}} \cdot \text{Sin. T}$$

nd dieses ist der allgemeine Ausdruck, durch welchen
ie mit dem Multiplicationskreise beobachteten Zenithdi-
n auf die Zeit der Mitte dieser Beobachtungen reduciren

m gewöhnlichsten macht man diese Beobachtungen in
ihe des Meridians zu beiden Seiten desselben, und die-
id die sogenannten *Circummeridianhöhen*, von welchen
diesem Artikel[1] bereits im Allgemeinen gesprochen wor-
t. Für sie wird der vorhergehende Ausdruck der Reduction
ier. Da man nämlich hier die Reduction auf den Meridian,
aber auf die Mitte der sämmtlichen Beobachtungszei-
ornimmt, so sey Θ der Unterschied der Uhrzeit der er-
eobachtung von der Uhrzeit der Culmination des Ge-
oder sey Θ der Stundenwinkel des Gestirns in der er-
nd ebenso Θ', Θ'', Θ'''.. in der 2., 3., 4.... Beobach-
Da nun hier die Gröfse T sehr nahe den Stundenwin-
s Sterns zur Zeit seiner Culmination bedeutet, so ist
), also auch $m = 0$ und $n = \frac{\text{Sin p Sin. } \psi}{\text{Sin. Z}}$, und man hat
wenn ζ die gesuchte mittägige Zenithdistanz des Sterns
hnet,

$$\zeta = Z + \frac{n}{N} \cdot \Sigma \frac{2 \text{ Sin.}^2 \frac{\Theta}{2}}{\text{Sin. } 1''},$$

ieder N die Anzahl der Beobachtungen und Z das Mit-
s allen beobachteten Zenithdistanzen bezeichnet.

ur in wenigen Fällen, besonders wenn man die Beob-
ngen in der Zeit zu sehr ausdehnt, was aus bekannten
schen Rücksichten nie rathsam ist, wird man auch auf

---

[1] S. Bd. II. S. 112.

Digitized by Google

die nächst höhere Potenz der Gröfse Sin. $\frac{\Theta}{2}$ Rücksicht zu nehmen haben. Um daher von diesem in der beobachtenden Astronomie sehr wichtigen Verfahren hier eine, obschon kurze, doch vollständige Anleitung zu geben, wollen wir die hier zu bemerkenden Vorschriften auf folgende Weise zusammenstellen.

Wenn man die vorige Bedeutung der Gröfsen Z, Θ, p und ψ beibehält und

$$n = \frac{\text{Sin. p Sin.}\psi}{\text{Sin. (p} - \psi)}$$

setzt, so hat man für die auf den Meridian reducirte Zenithdistanz ζ den folgenden Ausdruck

$$\zeta = Z - \frac{n}{N}\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^2\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin. }1''} + \frac{n^2\text{Cotg.(p}-\psi).}{N}\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^4\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin. }1''},$$

und dieser Ausdruck gilt unmittelbar für Culminationen auf der Südseite des Zeniths, wo wir auch die Sonne, den Mond und alle Planeten beobachten. Auf der Nordseite aber wird man für obere Culminationen haben [1]

$$n = \frac{\text{Sin. p Sin }\psi}{\text{Sin. }(\psi - \text{p})},$$

$$\zeta = Z - \frac{n}{N}\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^2\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin. }1''} + \frac{n^2\text{Cotg.}(\psi - \text{p}).}{N}\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^4\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin. }1''},$$

und endlich für untere Culminationen

$$n = \frac{\text{Sin. p Sin.}\psi}{\text{Sin. (p} + \psi)},$$

$$\zeta = Z + \frac{n}{N}\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^2\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin. }1''} + \frac{n^2\text{Cotg. (p} + \psi)}{N}.\Sigma.\frac{2\,\text{Sin.}^4\frac{\Theta}{2}}{\text{Sin. }1''}.$$

Man hat in den neuern Zeiten manchen nicht ungegründeten Zweifel gegen die früher so hoch gepriesenen Multiplicationskreise vorgebracht. Gewifs waren alle multiplicirende Instrumente zu der Zeit, als Tob. Mayer zuerst das Princip der

---

1 Beispiele findet man in Bohnenberger's Anleitung zur Best. der Polhöhe, in Littrow's Vorles. üb. Astron. Bd. I. S. 200., in Zach's monatl. Correspondenz u. s. f.

ıltiplication aufgestellt hatte, von entschiedenem Werthe für
ı damalige praktische Astronomie, besonders aus dem Grun-
, weil zu jener Zeit die Theilung der astronomischen In-
ımente, selbst die englischen nicht ausgenommen, noch in
hohem Grade unvollkommen war. Allein in unsern Tagen
dieses nicht mehr so und die neueren, besonders die nach
ICHENBACH's Methode getheilten Instrumente erfreuen sich
dieser Beziehung einer Vollkommenheit, wie sie vor die-
n grofsen Künstler kaum gehofft werden konnte. Dadurch
lt aber die Hauptursache, wegen welcher die Vervielfälti-
ngskreise eingeführt worden sind, gänzlich weg, und es ist
erdiefs sehr zu besorgen, dafs die vielen und oft raschen
wegungen, welche diese Kreise bei der Multiplication der
obachtungen in verschiedenen ihrer Theile erleiden, Quel-
ı von neuen und viel gröfsern Fehlern werden, als man von
r so vollkommnen Theilung derselben erwarten kann. Da-
kommt noch die Unbequemlichkeit und das Zeitraubende
r Berechnung dieser Beobachtungen, die mit jener bei nicht
ıltiplicirenden Kreisen in keine Vergleichung gebracht wer-
n kann[1].

Aus diesen und ähnlichen Gründen, die wir hier der
irze wegen übergehn, schien es uns vortheilhafter, wieder
dem alten Verfahren zurückzugehn und, indem man den
fsern Kreis auf eine unveränderliche Weise feststellt oder
t seiner verticalen Säule FQ verbindet, auf jene Multipli-
tionen, in dem bisher gebrauchten Sinne dieses Ausdrucks,
nz zu verzichten. Die englischen Künstler haben nur sehr
nige eigentliche Multiplicationskreise gemacht, da sie bei den
tronomen dieses Volkes nie in Aufnahme gekommen sind.
ıfür besitzen sie eine grofse Anzahl anderer nicht multipli-
ender Höhen- und Azimuthalkreise, die zwar in mehrern
heilen eine andere Construction haben, als der in unserer
ichnung nach REICHENBACH's Einrichtung vorgestellte, die
er im Wesentlichen doch mit diesem übereinkommen, wenn
ın nur dem Reichenbach'schen Instrumente die Beweglich-

1 Man sehe darüber einen Aufsatz in den ersten Blättern der
tron. Nachr. von SCHUMACHER und die Ansicht eines der gröfsten
glischen Künstler in dem ersten Theile der Mem. der astron. Ges.
London.

Digitized by Google

keit des äufsern Kreises nimmt, was schon dadurch geschehn kann, dafs man die oben erwähnte Druckschraube, welche diesen äufsern Kreis mit der Säule FQ verbindet, nicht mehr während der Beobachtungen auflöst, was noch sicherer durch zweckmäfsige Klemmen geschehn wird, durch welche man diesen äufsern Kreis mit seiner verticalen Säule unveränderlich verbindet, und am sichersten endlich, wenn die Künstler selbst, bei ihren künftigen Constructionen dieser Instrumente, diese äufsern Kreise für immer fest an ihre Säule stellen, wodurch auch die Kosten dieser Instrumente bedeutend vermindert werden müssen.

Es ist demnach noch übrig, zu sehn, wie man mit solchen Instrumenten, die nicht mehr multipliciren oder bei welchen der äufsere Kreis nicht mehr um seine Axe AB gedreht werden kann, beobachten soll.

Was zuvörderst die Rectification eines solchen Kreises betrifft, so ist sie ganz dieselbe mit jener des Multiplicationskreises. Man wird nämlich die oben unter I, II und III erwähnten Fehler des Instruments durch die dort angegebenen mechanischen Mittel wegzubringen oder vielmehr so viel als möglich zu verkleinern suchen. Von den noch übrig bleibenden Fehlern kann dann bei den Beobachtungen auf folgende Weise Rechnung geführt werden.

Zu 1) Bemerkt man eine kleine Verstellung der Säule FQ durch Hülfe einer eigenen Libelle, die bei nun auf den Würfel QB parallel mit der Ebene der beiden Kreise aufgestellt ist, sey in beiden Lagen des Instruments (wo nämlich die beiden Kreise östlich oder westlich von der Säule FQ stehn) a die Zahl des bei dem Beobachter stehenden und b die Zahl des bei dem Gestirne stehenden Endpunctes der Blase. Für die zweite, dritte .... Beobachtung nenne man diese Zahlen a', b', a'', b'' u. s. w., so hat man, wenn k den Werth eines Theilstrichs der Libelle bezeichnet, für die gesuchte Correction der beobachteten Zenithdistanz

$$\frac{k}{2N}\left[(a+a'+a''+..)-(b+b'+b''+..)\right],$$

wo N die Anzahl der Beobachtungen ist und wo diese Correction mit ihrem Zeichen an der beobachteten Zenithdistanz angebracht wird. Wenn man auch den äufsern Kreis selbst mit einer solchen fixen Libelle versehn würde, die an

sten in der Mitte seiner Speichen angebracht werden könnte, würde man auch von den kleinen Variationen Rechnung gen können, denen die Lage dieses Kreises noch unterwor- seyn mag. Die Brauchbarkeit des Instruments würde ohne veifel dadurch sehr gewinnen.

Zu 2) Der Fehler des Parallelismus der Ebene der Kreise ihrer Säule FQ kann bei der Einrichtung dieser Kreise cht gut ganz weggebracht werden. Es ist daher genug, ihn so viel als möglich zu verkleinern. Da er nämlich, wegen sehr starken Schrauben, die auf die horizontale Axe AB der reise wirken, der Erfahrung gemäfs oft viele Monate lang voll- mmen constant bleibt, so ist es vortheilhafter, denselben, wenn einmal durch das oben angeführte Verfahren klein genug macht worden ist, mittelst derselben Hänglibelle auf das ge- ueste zu bestimmen, wodurch man demnach die Neigung n r Kreisebene gegen die verticale Säule erhält. Ist dann z e an dem Instrumente abgelesene und z′ die wahre Zenithdi- nz des Sterns, so hat man

$$\text{Cos. } z' = \text{Cos. } n \text{ Cos. } z$$

ler

$$z' - z = \tfrac{1}{2} n^2 \text{ Cotg. } z \text{. Sin. } 1'',$$

ne Correction, die besonders bei solchen Sternen öfter be- cksichtigt werden sollte, die in der Nähe des Zeniths beob- htet werden.

Zu 3) Auch der Fehler der optischen Axe läfst sich ganz f dieselbe Weise berücksichtigen. Hat man durch das oben Art. *Meridiankreis* angeführte Verfahren, nämlich durch e Beobachtung eines Circumpolarsterns an demselben Seiten- den des Instruments mit umgewendeter Lage des letztern, e Neigung m der optischen Axe gegen die Ebene der bei- en Kreise oder gegen die Säule FQ gefunden, so ist wie- er, wenn z die beobachtete und z′ die wahre Zenithdistanz ezeichnet,

$$z' - z = \tfrac{1}{2} m^2 \text{ Cotg. } z \text{. Sin. } 1''.$$

Venn man von der unveränderlichen Lage des äufsern Krei- es durch eine bestimmte Periode von mehrern Tagen oder elbst Monaten überzeugt ist oder, was noch besser, wenn an die kleinen Variationen, welche in dieser Lage vorkom- nen können, durch die erwähnte, an diesem Kreise befestigte ibelle für jeden Augenblick kennt, so wird man, ehe man

Digitized by Google

zu den eigentlichen Beobachtungen an diesem Instrumente übergeht, vorerst entweder den Polpunct oder den Zenithpunct des äufsern Kreises bestimmen. Jenen erhält man durch Beobachtungen der Circumpolarsterne in ihrer obern und untern Culmination und diesen durch Beobachtung desselben Sterns mit umgewendetem Instrumente, wobei die beiden Kreise in der ersten Beobachtung auf der einen und in der zweiten Beobachtung auf der entgegengesetzten Seite der verticalen Säule F Q stehn. Da dieses Verfahren ganz dasselbe ist, welches wir schon oben[1] auseinander gesetzt haben, so könnte es hier ganz übergangen werden. Indefs giebt die leichte Beweglichkeit des gegenwärtigen Kreises im Azimuth ein anderes treffliches Mittel an die Hand, den Zenithpunct desselben jeden Augenblick ohne Mühe und mit der gröfsten Schärfe zu bestimmen, daher wir dasselbe hier um so weniger übergehen wollen, als es öfter auch selbst bei Meridiankreisen und ganz vorzüglich auch bei solchen Kreisen angewendet werden kann, wie z. B. der grofse und vortreffliche Kreis ist, den Ramsden für die Sternwarte in Palermo verfertigt und welcher unter der Hand des berühmten Piazzi so reiche Früchte getragen hat.

Zu dieser Bestimmung des Zenithpunctes wird man irgend einen Fixstern, am besten einen dem Pole nähern, unmittelbar nach einander in den beiden Lagen des Kreises beobachten. Ist dann dt die gegebene halbe Zwischenzeit dieser zwei Beobachtungen und dz die gesuchte Aenderung der Zenithdistanz in dieser Zeit dt, so hat man, wenn p und z die Pol- und Zenithdistanz des Sterns und ψ die Aequatorhöhe des Beobachtungsortes, so wie t den Stundenwinkel des Sterns bezeichnen,

$$dz = 900 \frac{\text{Sin. p Sin. } \psi}{\text{Sin. z}} . \text{Sin. t} . dt,$$

wo dt in Zeitminuten und dz in Raumsecunden ausgedrückt ist. Dieser Werth von dz, an die beiden beobachteten Zenithdistanzen mit verkehrtem Zeichen angebracht, giebt zwei gleichzeitige Zenithdistanzen, deren halbe Differenz daher der gesuchte Collimationsfehler des Kreises seyn wird. Um diese sehr nützliche und anwendbare Verfahren durch ein Beispiel zu erläutern, so wurden am 22. August 1821 zu Wien mit

---

1 S. Art. *Meridiankreis.*

i solchen Kreise folgende Zenithdistanzen des Polarsterns chtet.

	Sternzeit . . .	Beob. Zenithdistanz
Kreis Ost . . .	$18^h\ 57'\ 11'',2$ . . .	$40°\ 0'\ 39'',0$
	$58\ 1,3$ . . .	$40\ 0\ 17,0$
	$58\ 48,5$ . . .	$39\ 59\ 54,5$
Kreis West . . .	$19\ 1\ 23,9$ . . .	$43\ 34\ 23,0$
	$2\ 31,1$ . . .	$43\ 33\ 52,0$
	$3\ 20,3$ . . .	$43\ 33\ 30,0$

i man alle Beobachtungen auf das Mittel $T = 19^h\ 0'\ 12'',7$ ichs Beobachtungszeiten reducirt, so ist

$$T = 19^h\ 0'\ 12'',7$$

scheinb. Rectasc. . . .	$0\ 57\ 38,5$
Stundenwinkel	$t = 18\ 2\ 34,2$

la $p = 1°\ 38'$ und $\psi = 41°\ 47'\ 25''$ ist, so hat man für enderung der Zenithdistanz des Polarsterns in diesem e seines Parallelkreises während einer Zeitminute

$$dz = 900\ \frac{\text{Sin. p Sin. } \psi}{\text{Sin. z}}\ \text{Sin. t} = -25'',6.$$

ifferenz der ersten Beobachtungszeit von dem Mittel T aller ist aber $0^h\ 3'\ 1'',5$ oder $3',025$, und da $3',025\ dz = -77'',4$) hat man

e beob. Zenithdist. . .	$40°\ 0'\ 39'',0$
	$1\ 17,4$
	$39\ 59\ 21,6$

e Zenithdistanz, welche man zur Zeit T beobachtet ha- würde. Behandelt man ebenso alle sechs Beobachtungen, ält man folgende sechs Zenithdistanzen, die alle für die T gelten:

Ost . . .	$39°\ 59'\ 21'',6$ $20,9$ $18,6$	im Mittel $39°\ 59'\ 20'',37 = z$
West . . .	$43°\ 34'\ 53'',4$ $51,1$ $50,0$	im Mittel $43°\ 34'\ 51'',50 = z'$,

un giebt die halbe Summe dieser beiden Mittel für die- Zeit T

Digitized by Google

die wahre Zenithdistanz des Sterns .... $\frac{z'+z}{2} = 41^\circ\, 47'\, 5'',5$ und die halbe Differenz giebt den gesuchten Collimationsfehler $\frac{z'-z}{2} = 1^\circ\, 47'\, 45'',565$, wodurch also auch der Zeitpunct des Kreises bestimmt ist. Man sieht, dafs man die übrigens kleinen Rechnungen noch sehr abkürzen kann, wenn man für den Polarstern eine kleine Tafel entwirft, welche die Aenderung dz der Zenithdistanz desselben für eine Zeitminute mit dem blofsen Argumente des Stundenwinkels t giebt, in welcher Tafel auch zugleich auf die kleinen Aenderungen Rücksicht genommen werden kann, die p durch die Präcession in der Folge von mehrern Jahren erhält.

L.

Multiplicator.

Galvanoskop, Galvanometer; *Multiplicateur*; Multiplicator.

Wegen der geringen Spannung der Galvanischen Elektricität oder der Elektricität der Volta'schen Ketten dienten anfangs vorzugsweise und bei sehr schwachen Strömen ausschliefslich präparirte Froschschenkel zur Prüfung des Vorhandenseyns solcher Contact-Elektricität, gegenwärtig aber bedient man sich derselben kaum noch, dagegen so häufig der elektromagnetischen Multiplicatoren, dafs diese bereits mehrmals erwähnt werden mufsten[1]. Es schien daher überflüssig, einen besondern Artikel *Galvanometer* aufzunehmen, vielmehr wurde bei diesem auf den Artikel *Multiplicator* verwiesen, obgleich auch dieser letztere Apparat zuweilen *Galvanometer* oder *Galvanometer* genannt wird[2]. Auf welche Weise man

1 Unter andern im Art. *Elektromagnetismus*. Bd. III. S. 5[illegible] *Galvanismus*. Bd. IV. S. 599. u. a. a. O.

2 Dr. Neeff bemerkt, der Name *Multiplicator* passe nicht für den Fechner'schen Apparat, welcher nur aus einer Windung besteht und doch in die Classe dieser Instrumente gehört. Der sprachwidrig gebildete und unpassende Name *Galvanometer* sollte ganz verwerfen werden, da man auch reibungselektrische, thermoel., magnetische

rirte Froschschenkel hierzu benutzt, ist bereits erläutert
n[1], und es genügt daher hier nur die Construction des
omagnetischen Multiplicators näher zu beschreiben.
Der elektromagnetische Multiplicator wurde von Schweig-
unmittelbar nach der Bekanntwerdung von Oersted's
t wichtiger Entdeckung erfunden, und obgleich das Prin-
voranf derselbe beruht, bereits[3] erläutert werden mufste,
ige es doch hier der Vollständigkeit wegen abermals kurz
eben werden. Nach dem Oersted'schen Fundamental-
:he weicht die Nordspitze der Magnetnadel, wenn diese
nter dem Leiter der Elektricität (dem *Rheophore*) be-
, beider Axen zu einander parallel und den Strom der
ven Elektricität in der Richtung von Nord nach Süd ge-
, östlich ab. Hierbei wird der Südpol der Nadel nicht
ksichtigt, weil die Erfahrung ergeben hat, dafs die Wir-
des Rheophors auf diesen die entgegengesetzte derjenigen
ie auf die Nordspitze ausgeübt wird, und dafs also die
gte Bewegung der Nadel als die Resultante zweier ihre
gengesetzten Enden nach entgegengesetzten Seiten trei-
n Kräfte betrachtet werden könnte, statt dafs man sie der
mlichkeit und Kürze wegen als eine einzige Kraft be-
et, die nur auf das eine Ende der Magnetnadel wirkt.
der Bequemlichkeit und anschaulicheren Einsicht der Sa-
regen setzt man für den Anfang die angegebene Rich-
des + el. Stromes fest und nimmt die Nadel in ihrer na-
ien Lage an, inzwischen ergiebt sich bald, dafs die be-
ide Kraft, welche der Rheophor als wirklicher Magnet
hümlicher Art ausübt, sich bei jeder Lage und Richtung
hm selbst und der Nadel äufsern müsse. Hieraus folgt
zugleich, dafs die dem Cosinus des Winkels beider Axen
rtional wirkende Kraft sich nicht weiter äufsern könne,
s zu einer Neigung von 90 Graden, bei welchem sie
= 0 seyn mufs, weil sie über diesen hinaus, da sie

---

ge Ströme damit mifst. Neeff schlägt daher *Rheometer* vor,
er Apparat alle Arten von elektrischen Strömen, und die Elek-
: gerade dann, wenn sie strömt, zu messen dient.

S. Art. *Galvanismus* Bd. IV. §. 15. S. 595.

Dessen Journal Th. XXXI. S. 2. Aus einer Vorlesung vom
pt. 1820.

S. Art. *Elektromagnetismus* a. a. O.

Digitized by Google

der Richtung nach sich gleich bleibt, negativ wird. Läuft also der zum Rheophor dienende Körper über die Nadel hin, am besten beider Axen zu einander parallel angenommen, und wird durch seine magnetische Kraft die Magnetnadel seitwärts getrieben, so mufs er auf die nämliche Spitze der Nadel eine gleiche Wirkung äufsern, wenn er rückwärts umgebogen in gleicher Nähe unter ihr hingeführt wird, weil dann ein zweiter Punct seiner auf gleiche Weise magnetischen Oberfläche in das nämliche Verhältnifs zu dieser Spitze kommt. Es ist überflüssig, weil es sich von selbst ergiebt, hierbei weiter nachzuweisen, dafs eben das, was hinsichtlich der Nadelspitze festgesetzt worden ist, für die ganze Länge der Nadel und die über und unter derselben hinlaufenden zwei Theile des Rheophors gilt. Hieraus folgt also unmittelbar eine Verdoppelung der Kraft, und auf gleiche Weise liefse sich eine 3-, 4-, 5-, ... nfache Vermehrung nachweisen, wenn es möglich wäre, den Rheophor abermals umzubiegen und genau an der Stelle des ersten Theils zuerst über und dann unter der Nadel hinzuführen. Obgleich dieses unmöglich ist und aus der nothwendig bedingten Abänderung der Lage der wiederholten Windungen des Rheophors zur Nadel Modificationen ihrer Wirkungen erwachsen müssen, so übersieht man doch bald, dafs hieraus ein elektromagnetischer Multiplicator in Folge der vervielfachten Wirkung des nämlichen Rheophors entstehn müsse.

Nach dem hier angegebenen Principe sind von Anfang an bis jetzt alle Multiplicatoren construirt worden und sie unterscheiden sich blofs durch ihre Gröfse, die Zahl der Windungen und die Dicke des dazu verwandten Drahtes. Wollte man einen weitern Unterschied annehmen, so könnte man sie in einfache und doppelte abtheilen, zu welchen letzteren die Anwendung der Nobili'schen Doppelnadel führte, wie wir sogleich sehn werden. Da man eine gute Fortleitung der Elektricität verlangt, so wählt man für den Rheophor Metall, am besten Kupfer, wegen seiner vorzüglichen Leitungsfähigkeit, entweder als Draht oder als dünnen Blechstreifen. Nach einem allgemeinen Schema ist dann ns die Magnetnadel, k das negative Element der Volta'schen Kette, von welchem ausgehend der Rheophor mit dem Theile 1 über der Nadel hinlaufend, die einfache ablenkende Kraft ausübt, die durch den unter derselben hinlaufenden Theil 2 zur zweifachen, durch

Fig. 553.

n wiederkehrenden Theil 3 zur dreifachen, und somit nach
m Schema zur 6fachen verstärkt wird, wenn man von dem
nflusse des gröfsern Abstandes der folgenden Windungen
strahirt. Anfangs, als die Erfindung noch neu war, wandte
n verschiedene Metalle bald als Drähte, bald als Streifen
ner Bleche an, jetzt, nachdem die vorzügliche Leitungsfä-
keit des Kupfers anerkannt worden ist, wählt man fast aus-
liefslich Drähte dieses Metalles und nur selten schmale Strei-
desselben, wenn deren Anwendung pafslicher scheint. Da
r erforderlich ist, dafs die Windungen einander nicht me-
isch berühren, damit nicht die Elektricität von einer zur
lern überströme, sondern den ganzen Rheophor durchlaufe,
überzieht man den Rheophor mit einer isolirenden Substanz,
als dünner Ueberzug schon hinreicht, um die Elektricität
i so geringer Spannung am Ueberströmen zu hindern. Die-
Ueberziehen ist um so nöthiger, da man die einzelnen
ndungen einander so nahe als möglich bringt, um die aus
gröfsern Entfernung entspringende Verminderung der Kraft
vermeiden. Als Ueberzug wählte man anfangs Siegellack,
h wohl Wachs oder blofs Firnifs; allein da diese Substan-
beim Biegen leicht abspringen, so nahm man bald Seide,
man als Fäden oder als Band umwickelte, jetzt bedient
i sich fast ausschliefslich des mit Knopfseide übersponnenen
)ferdrahtes.

Schweigger's erste Multiplicatoren[1] bestanden aus um-
hlungenen, mit Wachs überzogenen Messingdrähten oder
einem mit Seide umsponnenen Silberdrahte (sogenanntem,
ntlich übersilbertem Kupferdrahte), welcher um ein Glas-
ibchen oder ein hölzernes Scheibchen mehrmals umgeschlun-
war, wobei die Magnetnadel an einem kleinen Stengel-
i befestigt, unter die obern Windungen durch einen zwi-
n denselben befindlichen Zwischenraum gebracht und an
m Coconfaden höchst beweglich aufgehangen wurde. An-
, z. B. Raschig[2], wanden den übersponnenen Draht bis
100 Windungen im Kreise, schoben zwischen den Win-
gen ein Glasröhrchen bis fast in die Mitte herab und zo-
durch die Oeffnung des letztern den Coconfaden, welcher

1 A. a. O. S. 2. 12 u. 35.
2 G. LXVII. 429.

die Magnetnadel trug; jedoch steht diese Kreisform der übrigen, einer langgestreckten Ellipse ähnlichen wegen des gröfsern Abstandes der Drähte nach. Eine, in gewissen Fällen anwendbare Constructionsart des Multiplicators ist diejenige, welche v. Yelin[1] demselben gegeben hat, obgleich hierbei die Drahtwindungen nur von einer Seite her auf die Magnetnadel wirken, wogegen man den Vortheil hat, dafs man irgend eine beliebige kleine Magnetnadel unter einer kleinen Campane aufsetzen kann. Um ein kleines, einem doppelten Riegelhaken gleichendes Klötzchen wird der übersponnene feine Draht gegen 40- bis 50mal neben einander in einer Ebene liegend umgewunden, dessen beide Enden durch das Holz gesteckt unten hinreichend hervorragen, um sie mit den Elementen der Volta'schen Kette in Verbindung zu bringen.

Fig 354.

Es ist bereits bemerkt worden, dafs gegenwärtig bei weitem die meisten Multiplicatoren aus übersponnenem Kupferdrahte gemacht werden, und daher pflegt man, wenn von der Anwendung eines solchen Apparates die Rede ist, nur zu bemerken, aus wie vielen Windungen derselbe besteht und welche Dicke der Draht hat; weicht er jedoch von dieser gewöhnlichen Construction ab, so mufs dieses ausdrücklich erwähnt werden. Hare[2] meint zwar, sein Galvanometer aus übereinander gewickelten Streifen Zinnfolie mit zwischenliegendem Papier sey empfindlicher, als die Multiplicatoren von Metalldraht; allein dieses beruht wohl nur auf Täuschung, da die geringe Menge von Elektricität, die bei der Anwendung seiner Multiplicatoren wirksam ist, auch durch feine Drähte fortgeleitet werden kann, weswegen man bei der Anwendung von diesen den Vortheil der mehrern Windungen und der bessern Leitungsfähigkeit des Kupfers gewinnt. Aufserdem pflegt man nur einen einzigen Draht anzuwenden und dessen einfache Enden mit den Elektromotoren zu verbinden, Pouillet[3] will jedoch gefunden haben, dafs es weit vortheilhafter sey, statt eines einzigen Drahtes von 300 Fufs Länge deren 5, jeden von 60 Fufs

1 G. LXXIII. 366.

2 Journ. of Roy. Inst. N. IV. p. 181. Aus Silliman Amer. Journ. N. XX. p. 201.

3 Élémens de Physique expérimentale et de Météorologie. Par. 1828. T. I. p. 695.

nge zu nehmen und die Enden aller in einen einzigen di-
ren (durch Anlöthen) zu vereinigen. Die Ursache der Ver-
kung liegt darin, dafs der Leitungswiderstand mit der Län-
wächst, mit dem Durchmesser aber abnimmt, jedoch nicht
weit, dafs z. B. ein Draht von fünffacher Dicke auch
e fünffache Spannung erhielte oder die n fache Länge eine
che Verminderung gäbe, weil sonst keine Multiplication
glich seyn würde. Ist aber der Draht von hinlänglicher
ke, um die gesammte erzeugte Elektricität fortzuleiten, und
ält der Multiplicator die nämliche Anzahl Windungen durch
fünf vereinten Enden, so wird auf jeden Fall der durch
Länge erzeugte Widerstand vermieden und der Apparat
s eine gröfsere Empfindlichkeit zeigen, worüber jedoch
en noch ausführlicher gehandelt werden soll.

Zuweilen ist es, selbst bei der Anwendung eines Multi-
ators, erforderlich, dafs die Magnetnadel in derjenigen Lage
be, welche sie durch die richtende Kraft der Erde an-
mt, z. B. bei den elektromagnetischen und den durch In-
tion bewegten *Telegraphen;* verlangt man aber die schwäch-
elektrischen Ströme durch die Bewegungen der Magnet-
el vermittelst des Multiplicators aufzufinden, so ist es bes-
, wenn der erzeugte Magnetismus nicht nöthig hat, die
ft des tellurischen zu überwinden. Dieses kann zwar durch
n andern genäherten Magnet geschehn, welcher die rich-
le Kraft des tellurischen Magnetismus gerade aufhebt, am
achsten und sichersten aber wird es durch Anwendung der
ili'schen Doppelnadel[1] erreicht. Zu diesem Zwecke ver- Fig.
gt man zwei möglichst gleiche Nadeln S'N', NS an einer 855.
einschaftlichen Axe a b so, dafs ihre Axen in einer Ebene
en und ihre freundschaftlichen Pole einander gegenüber
n. Sind beide einander so vollkommen gleich, als geübte
stler sie leicht herstellen können, und hat man sie auf
che Weise magnetisch gemacht, so werden sie um so mehr
gleiche magnetische Kraft haben und beibehalten, als die
sich gegenseitig binden, und da der tellurische Magne-
us sie nach entgegengesetzten Seiten zu richten strebt, so
den sie durch diesen in keiner Lage bleibend festgehalten,
men vielmehr in jeder willkürlichen zur Ruhe und sind

1 Vergl. *Sideroskop.*

dann im strengsten Sinne *astatisch*. Gesetzt aber, es wäre auch ein kleines Uebergewicht der einen Nadel über die andere vorhanden, so ist dieses meistens so unbedeutend, dass es füglich vernachlässigt werden kann, oder man hilft dadurch nach, dass man eine magnetisirte feine Nähnadel mit der Spitze in die Axe absteckt oder mit etwas Wachs daran befestigt, um durch gehörige Richtung derselben das Uebergewicht der einen Magnetnadel zu compensiren. Ist dann eine solche Nadel an einem Coconfaden aufgehangen, so genügt zur Ueberwindung ihrer Trägheit die geringste Kraft und der Apparat wird ein unbestimmbar feines Elektroskop.

Gröfsere Nadeln haben den Vortheil der stärkern magnetischen Kraft, die dann durch den erzeugten Magnetismus des Multiplicators leichter afficirt wird, wogegen sie aber durch die gröfsere zu bewegende Masse unempfindlicher werden, so dass daher die kleinern insbesondere dann den Vorzug verdienen, wenn blofs momentan wirkende magnetische Stöfsungen gemessen werden. Nobili's[1] feiner Apparat hatte zwei Nadeln von 22 Lin. Länge, 0,25 Lin. Dicke, 3 Lin. Breite in der Mitte und 5 Lin. von einander abstehend. Statt der flachen Nadeln kann man auch Stahlcylinder von etwa 0,3 Lin. Dicke anwenden, die aber nicht durchbohrt werden können, weswegen man das tragende Stäbchen von Holz, Elfenbein oder Metall, woran sie befestigt sind, durchbohrt und sie durch die Oeffnungen steckt. Bei der angegebenen Dicke, die bis 0,25 oder selbst 0,1 und noch darunter vermindert werden kann, sind sie meistens 2,5 bis 1,5 Zoll lang. Zum Aufhängen des sie tragenden Stäbchens verwendet man meistens einen Coconfaden; es würde auch der Faden einer Kreuzspinne genügen, allein ein hierzu geeigneter ist nicht allezeit zu haben und schwer zu befestigen. Am besten nimmt man daher ungezwirnte Knopfmacherseide, schneidet einen Faden von mehr als genügender Länge ab, bläst das eine Ende desselben auf, bis die einzelnen Fädchen getrennt erscheinen, ergreift bei vielem Lichte eins derselben, hält es fest und schiebt die übrigen Fädchen an ihm herab, auf welche Weise man Längen von 3 und mehrern Fufs erhalten kann. Das freie Ende

1 Schweigger's Journ. Th. XLV. S. 249. Biblioth. univ. T. XXIX. p. 119.

ckt man durch die Oeffnung eines kleinen Häkchens von
nem Silberdraht und schlingt es in einen Knoten, welches
gehöriger Geschicklichkeit ungleich leichter bewerkstelligt
rd, als man sich wegen der Feinheit des Fädchens vor-
llt. Alsdann macht man von dem einzelnen Fädchen durch
rabschieben der übrigen ein so langes Ende frei, als man
larf, schürzt dicht hinter seinem Eintritt in den Rest der
lchen einen Knoten, um die vereinten Fäden besser mani-
iren und festbinden zu können, hakt das andere Ende des
abhängenden Häkchens in eine am Träger der Nadeln vor-
befestigte Schleife und hängt dann das Ganze auf die ge-
nete Weise auf. Um einen so construirten Apparat an-
aulicher zu machen, seyen n s, n′s′ die beiden Nadeln, a b Fig.
Multiplicator, dessen beide Enden z, k von Seide entblöfst 356.
den Elektromotoren in Verbindung gesetzt werden, α das
ine Häkchen mit der Schleife, in welcher es eingehakt
eine krummgebogene Metallstange oder Glasstange $\beta\gamma$ dient
Träger und diese kann oben bei β ein blofses Häkchen
en, über welches die vereinten Fäden gezogen und mit
as Wachs am untern Ende der Tragstange befestigt wer-
, während das einfache Fädchen erst unterhalb dieses
kchens anfängt. Am obern Ende der Tragstange kann auch
Röllchen angebracht, der Faden über dieses gezogen und
en um eine drehbare Walze im Fufsbrete gewickelt wer-
, um ihn durch Umdrehn der letzteren nach Belieben zu
längern oder zu verkürzen. Ueber dem Multiplicator wird
n eine mit Kreistheilung versehene Scheibe, meistens von
kem, steifem und sehr weifsem Papiere, befestigt, über wel-
r die obere Nadel sich dreht, deren Spitze zugleich als
iger dient.

Aus den bekannten Gesetzen des Elektromagnetismus folgt,
s die Nordspitze der Magnetnadel, wenn sie, nach den
n angegebenen Bestimmungen, unterhalb des Rheophors
schwebend durch den elektrischen Strom östliche Abwei-
ng erhält, oberhalb desselben westliche erhalten mufs, und
beide Bewegungen einander entgegengesetzt sind, so darf
n nur oberhalb des Rheophors die Südspitze der Nadel an-
ngen, wenn sich die Nordspize unterhalb befindet, damit
de nach der nämlichen Seite abgelenkt werden, worauf
n die Verstärkung der Wirkung auf die astatische Doppel-

Digitized by Google

nadel beruht. Lebaillif ging jedoch noch weiter, wie Pouillet[1] beschreibt, und construirte den bereits erwähnten Multiplicator aus fünf vereinten Drähten, jeder von 60 Fuſs Länge. Fig 357. Nach der Zeichnung waren diese um einen hölzernen Rahmen gewunden, von den vier in einer Ebene liegenden Nadeln aber befinden sich zwei mit gleichen Polen in der Mitte, die beiden äuſsersten aber haben eine unter sich gleiche, der der mittleren entgegengesetzte Richtung der Pole. Aufserdem ist die Scheibe mit der Kreistheilung über den oberen Windungen befestigt und ein an dem verticalen Träger der sämmtlichen Nadeln befestigter Zeiger giebt die Winkel der erzeugten Abweichung an. Als eine Kleinigkeit kann noch erwähnt werden, dafs ein im Träger verschiebbarer Stift S dazu dient, die Nadel um eine Kleinigkeit höher oder niedriger zu heben. Pouillet erwähnt zwar, dafs dieser Apparat ausnehmend empfindlich sey, dennoch aber scheint die Einrichtung nicht vortheilhaft und ist auch nicht in allgemeineren Gebrauch gekommen. Allerdings gewinnt man auch die Wirkung von der untern Seite der Windungen, dagegen aber haben die vier Nadeln auch eine gröfsere Masse und die gleichnamigen, einander so nahen Pole der mittleren Nadeln wirken wechselseitig schwächend auf einander. Besser würde es seyn, eine mittlere Nadel von genau doppelter magnetischer Kraft mit zwei äufsern zu verbinden, was jedoch nur mit Mühe erreicht wird. Nobili[2] verwirft übrigens beide Einrichtungen, die von Becquerell[3] angegeben worden sind, indem er durch Versuche gefunden zu haben behauptet, dafs die Galvanometer mit vier Nadeln keineswegs empfindlicher seyen, als die mit zweien, und behauptet, dafs die zusammenhängende Länge des nicht getheilten Drahtes dem elektrischen Strom kein mefsbares Hindernifs entgegensetze.

Wollte man vier Nadeln in Anwendung bringen, so würde dieses am besten durch die doppelt gewundenen Multiplicatoren möglich werden. Bei diesen, gleichfalls durch Schweigger[4] angegebenen, läuft der übersponnene Kupferdraht von

1 A. a. O. p. 695.
2 Giornale di Fisica T. VI. Bim. V. 1825.
3 Ann. Ch. Phys. T. XXXV. p. 118.
4 Dessen Journal Th. XLV. S. 254.

nach B, C, D, E, F, G, H, dann weiter nach A zurück, Fig.
m die zweite Windung zu beginnen. Die beiden Magnet- 858.
adeln befinden sich zwischen den Windungen, aber man
egreift bald, dafs auch oben und unten noch eine Nadel mit
ntgegengesetzten Polen angebracht werden könnte, so dafs die-
er Multiplicator im eigentlichsten Sinne mit doppelter Kraft,
ls der einfache, wirken müfste, um so mehr, als die von C
ach F und von G nach B laufenden Windungen auf die bei-
en mittlern Nadeln zugleich wirken, wodurch die aus der
röfsern Länge des Drahtes entstehende Schwächung sicher
ufgehoben wird, ohne dafs es jedoch wegen des minder ge-
au bestimmbaren Abstandes möglich ist, hierüber eine scharfe
echnung aufzustellen.

Die Verfertigungsart der Multiplicatoren kann man sich
war leicht abstrahiren, jedoch dürfte es nicht überflüssig
eyn, sie hier etwas näher zu beschreiben. Vor allen Dingen
t erforderlich, gut übersponnenen Kupferdraht[1] anzuwenden,
ei welchem die Seide nicht rauh ist, weil sonst die hervor-
tehenden feinen Fäserchen die Bewegung der Nadel leicht
indern. Aufserdem mufs man dahin sehn, dafs der Draht
icht durch einen feinen Knoten blofs zusammengeschürzt ist,
eil sonst die zwischenliegende Seide den Fortgang des elek-
ischen Stromes hindert. Trifft man solche Knötchen, so mufs
an sie lösen, die Enden etwas von der Seide befreien und
ieder zusammenlöthen. Dieses geschieht sehr einfach, in-
em man die dicken Drähte erst etwas flach klopft, was bei
en feinen nicht wohl angeht, dann die äufsersten Enden mit
inem Messer etwas blank schabt, demnächst in einen dün-
en Brei von geschabtem Salmiak und Olivenöl oder in Sal-
iakwasser taucht oder mit einem Hölzchen etwas von der
lüssigkeit aufträgt, dann das Ende in eine Weingeistflamme
ält und, sobald es heifs genug ist, mit einem kleinen Stän-
elchen Zinn darüber hinfährt. Es wird dann etwas Zinn
arauf haften, worauf man es sogleich aus der Flamme zieht,

---

1 Man nennt diesen *cuivre rouge*, kann statt dessen jedoch auch
len sogenannten Silberdraht (übersilberten Kupferdraht) anwenden;
edoch ist ersterer, als wohlfeiler, vorzuziehn. Er ist gegenwärtig in
llen erforderlichen Dicken überall leicht zu haben, namentlich in
Nürnberg bei Hartmann sel. Erben und a. a. O.

Digitized by Google

weil sonst der Ueberzug von Zinn verbrennt, da die Hitze des Drahtes nur so stark seyn darf, dafs das Zinn darauf schmilzt. Haben beide Enden einen Ueberzug von Zinn erhalten, so legt man sie auf einander, hält sie nur einen Augenblick in die Weingeistflamme, bis das Zinn flüssig ist, und löscht dann die Flamme schnell durch Blasen aus, um die auf einander liegenden Drähte beim Herausziehn nicht zu trennen. Ist die Löthung gut gerathen, in welchem Falle man die Drähte mit einiger angemessener Gewalt nicht von einander zu reifsen vermag, so kann man meist die blofs zurückgeschobene Seide von beiden Seiten wieder über die Löthstelle schieben, obgleich diese auch unbedeckt bleiben kann, da sie durch die Seide der übrigen Lagen hinlänglich isolirt wird. Ist man demnach gesichert, dafs der zu verwendende Draht ein metallisches Continuum bildet, so bedarf es für die einfachen Multiplicatoren blofs eines kleinen Bretes, welches ungefähr die Länge des Multiplicators hat und eine Dicke von etwa 2 bis 3 Linien, um welches der übersponnene Draht so oft geschlungen wird, als der Multiplicator Windungen haben soll. Um zwischen den oberen Windungen die Oeffnung zu erhalten, in welcher der Träger der Nadel frei schwebt, steckt man in der Mitte des Bretchens in ein hierzu gebohrtes Loch einen kurzen hölzernen Cylinder und windet den Draht abwechselnd auf der einen und der andern Seite desselben. Weil man den Draht stark anziehn mufs, damit der Multiplicator flach genug werde, so ist er schwer vom Bretchen abzuziehn, noch schwerer aber läfst er sich mit Seide umschlingen, und es ist daher gut, an jede der schmalen Seiten des Bretchens ein kleine Leiste zu legen, deren eine man nach Beendigung der Windungen herauszieht, um die einzelnen Drähte durch umwickelte Seidenfäden festzuhalten, worauf dann eben dieses Verfahren bei der andern Seite angewandt und zuletzt der so fest umschlungene Multiplicator, nach Wegnahme des hölzernen Stäbchens, von dem Bretchen abgezogen wird. Bei der Verfertigung eines doppelten Multiplicators bedient man sich auf gleiche Weise zweier Bretchen, deren oberes auf den hölzernen, im unteren festsitzenden Cylinder in erforderlicher Entfernung gesteckt wird.

Hachette's[1] Multiplicator unterscheidet sich von allen

1 Poggendorff Ann. XXVII. 561.

n und ist auf ein ähnliches Princip gegründet, als wor-
s Elektrometer von Behrens und Bohnenberger be-
Ein Metalldraht, durch welchen der elektrische Strom
, ertheilt dem weichen Eisen einen stärkern Magnetis-
als er selbst hat. Ist gleich dieser Satz wohl noch nicht
igentlich erwiesen, so unterliegt es doch keinem Zwei-
ifs man durch Vervielfältigung der Windungen zu dem
schten Resultate gelangen könne. Hiernach windet Ha-
E den Leitungsdraht des elektrischen Stromes um einen
enförmigen Draht von weichem Eisen und läfst die
kel des letzteren auf eine Magnetnadel wirken. Pog-
HFF bemerkt mit Recht, dafs eine einfache, auf einer
balancirte Nadel keine so grofse Feinheit geben kön-
s eine Doppelnadel am Seidenfaden, und hiernach läfst
ohl nicht bezweifeln, dafs sich auf dem vorgeschlage-
Wege der höchste Grad von Empfindlichkeit erreichen
wenn man diese beiden Hülfsmittel anwenden könnte,
dabei durch den Einfluſs der Anziehung, welchen die
kel des hufeisenförmigen Drahtes auf die Spitzen der
tnadeln ausüben, gehindert zu werden.

er Multiplicator von Demonferrand, welchen v. Goe-
erwähnt, zeichnet sich durch nichts bemerkenswerthes
ofern aber hier auch von Galvanometern als Mefswerk-
der Stärke der galvanischen Elektricität die Rede ist,
das *Volta-Elektrometer* wenigstens genannt werden, um
hr, da der berühmte Faraday[2] ihm diesen Namen ge-
hat. Es werden damit alle diejenigen Apparate be-
et, vermittelst deren man die Stärke des elektrischen
es aus der Menge des in einer gegebenen Zeit zerlegten
rs bestimmt.

Doch verdient hier eine Verbesserung der Multiplicatoren
nt zu werden, die sich bei den von Bertling zu
für die Melloni'schen thermoelektrischen Säulen verfer-
, bei dem später zu beschreibenden Multiplicator von
ander und bei einigen andern angebracht findet. Da
gentlich astatischen Nadeln nicht leicht einen festen Stand

Zur Naturwissenschaft. Heft II. S. 214.

Dessen Abhandl. §. 565. u. 704. Poggendorff Ann. XXXIII.
16.

Digitized by Google

annehmen, ihre Axen aber für die stärkste Wirkung mit der Richtung der Multiplicatordrähte in eine verticale Ebene fallen müssen, so hält es oft schwer, sie in die gehörige Lage zu bringen, weil sie bei den Drehungen der ganzen Apparate meistens in Schwingungen gerathen. Es ist daher vortheilhaft, die Multiplicatoren auf einer im Boden des Tragbretes befindlichen, vermittelst eines unten angebrachten Zeigers um eine verticale Axe drehbaren Scheibe zu befestigen und diese dann in die für die Nadeln geeignetste Lage zu bringen.

Die bisher beschriebene allgemeine Construction der Multiplicatoren hat verschiedene Abänderungen erhalten, von denen ich die wesentlichsten hier angeben werde. Dahin gehört zuerst der sogenannte *Torsions-Galvanometer* von Ritchie[1]. Dieser hatte schon früher[2] einen ähnlichen, auf die Elasticität langer, dünner Glasstäbe gegründeten Apparat angegeben, hielt es jedoch für nöthig, ihn für seine Messungen noch zu vervollkommnen, allein dessen ungeachtet gehört auch der später vorgeschlagene noch zu den minder empfindlichen, wenn man ihn mit denen vergleicht, die seitdem construirt worden sind. Zum Multiplicator räth er mit Siegellack überzogenen Kupferdraht zu nehmen. Um diesen zu verfertigen streckt man den an beiden Enden befestigten Draht, erhitzt ihn vermittelst einer Weingeistlampe und führt die Siegellackstange darüber hin, so bleibt der Ueberzug darauf sitzen. Solchen Draht soll man nach vorhergehender Erwärmung, um das Abspringen zu verhüten, in 6-, 8- bis 10fachen Windungen zu einer rectangulären Figur biegen, je nachdem man eine gröfsere Empfindlichkeit bezweckt, die obern Windungen in zwei Abtheilungen trennen, um für den durchgehenden Träger der Magnetnadel eine Oeffnung von etwa 0,3 Zoll zu erhalten, und an die beiden Enden des Drahtes ein messingnes Röhrchen von etwa 1 Zoll Länge löthen, worin sich zur Herstellung der Verbindung etwas Quecksilber befindet. Der so formirte Multiplicator, nachdem die einzelnen Drähte desselben mit einem Seidenfaden zusammengebunden sind, wird in einen Kasten mit gläsernen Wänden gesetzt, um den Einfluss

1 Journal of the Royal Institution. N. I. p. 29. Daraus in Wiener Zeitschrift Th. IX. S. 251.

2 Philos. Trans. 1830. p. 215.

uftzuges abzuhalten. Man errichtet dann auf einem mit Fig.
chrauben versehenen Fufsbrete zwei Säulen, befestigt den 359.
plicator AB an der geeigneten Stelle zwischen ihnen,
idet die beiden, etwa 3 Fufs hohen Säulen P, P' oben
einen Querbalken und befestigt in dessen Mitte den
den α, β. Letzterer wird erhalten, indem man ein Glas-
ien oder eine enge Thermometerröhre an der Blaslampe
nem geeigneten Faden auszieht, wie man ihn unter meh-
leicht von gehöriger Länge und Dicke erhalten wird.
n Nadeln nimmt Ritchie Nähnadeln, von denen er die
abbricht, die Spitzen abschleift und die er nach dem
etisiren durch einen gedörrten Grashalm ab von etwa
l Länge so steckt, dafs sie ungefähr 0,5 Zoll von ein-
abstehn. Dann wird das eine Ende des Glasfadens in
Grashalm mit Siegellack eingekittet, das andere in den
onsschlüssel des obern Querbalkens; an das untere Ende
Trägers der Nadeln wird ein einfacher Seidenfaden mit
kleinen Gewichte p befestigt und durch das kleine Loch
kleinen messingnen Winkelhakens n gezogen, um den
r der Magnetnadeln stets in der Mitte der Oeffnung zwi-
den Windungen des obern Theiles des Multiplicators zu
en. Die obere Nadel NS trägt an jedem Ende ein auf-
ktes Grashälmchen von einigen Zoll Länge, wovon das
ls Zeiger dient, um die feinsten Drehungen wahrzuneh-
das andere aber sich zwischen zwei Glasstäbchen e, e'
gt, um zu grofse Drehungen der Nadeln zu vermeiden.
der Torsionsschlüssel oben hat einen Zeiger l, welcher
über einer getheilten Scheibe s, s' bewegt und die Dre-
n angiebt, die man dem Glasfaden ertheilt oder die er
en Drehungen angenommen hat. Ritchie erzählt viele
iche, die er mit diesem Apparate angestellt hat und aus
allerdings seine Empfindlichkeit hervorgeht, doch ge-
er, dafs er noch weit empfindlicher wird, wenn man
Nadeln an einem Coconfaden aufhängt.

Die Boussole von Marianini[1] ist sinnreich construirt,
t aber rücksichtlich der Feinheit das nicht, was man

---

[1] Wiener Zeitschrift. Th. IV. S. 42. Aus Esercitazioni scien-
e letterarie dell' Ateneo di Venezia. T. I. Vergl. Bibl. univ.
XXVIII. p. 127.

Digitized by Google

durch die gewöhnlichen Windungen erreicht, in denen man eine weit gröfsere Zahl von Drähten vereinigen kann und wobei die Nadeln an einem einfachen Seidenfaden hängen. Es hat allerdings seine Richtigkeit, dafs die Drähte an Wirksamkeit verlieren, wenn ihre Axen nicht mehr mit den Nadeln in derselben verticalen Ebene liegen oder wenn die letzteren seitwärts bewegt sind. Um diesem zu begegnen und die bewegte Nadel stets unter einen andern Draht des Multiplicators zu bringen, schliefst MARIANINI den letzteren in eine hölzerne, mit einer Glasscheibe bedeckte Büchse ein, statt deren man aber zur Verhütung des Verziehens eine messingne von etwa 5 Zoll Durchmesser und 1 Zoll Höhe mit Stahlschrauben wählen kann[1]. In dieser Büchse befindet sich der, aus der Zeichnung kenntliche, messingne Rahmen, um welchen die in der Mitte sich kreuzenden Windungen des Multiplicators geschlungen sind. In der Mitte der Büchse auf dem Träger g h steht ein verticaler Stahlstift, auf welchen die Magnetnadel fein balancirt ruht, durch deren Hütchen oben ein Löchelchen gebohrt ist, um den durch ein kleines Gegengewicht balancirten Zeiger, welcher am besten aus einer langen und starken Schweinsborste verfertigt wird, durchzustecken. Dieser Zeiger reicht mit seiner Spitze bis zu dem getheilten Gradbogen, wo die Abweichungen der Nadel beobachtet und abgelesen werden. Die beiden Enden des Multiplicators, welche durch die Wandung der Boussole gesteckt und mit zwei Schrauben festgeklemmt sind, so wie die drei Stellschrauben, bedürfen keine weitere Beschreibung. Es leuchtet übrigens ein, dafs diese Boussole ungemein viel empfindlicher gemacht werden könnte, wenn man statt der einfachen Nadel die Nobili'sche Doppelnadel in Anwendung brächte und diese an einem einfachen Seidenfaden aufhinge; eine bedeutende Vermehrung der Windungen ist nicht räthlich, weil sonst in der Mitte eine zu grofse Anhäufung der Drähte entsteht.

Fig. 360.

Bei den meisten Multiplicatoren bezweckt man blofs, sehr empfindliche Werkzeuge zum Auffinden der schwächsten elektrischen Strömungen zu haben; sie sind eigentlich nur höchst

1 Für sehr feine Versuche mufs selbst Messing und Kupfer wegen eines möglichen schwachen Magnetismus vermieden werden.

ine Elektroskope, Nobili[1] bemühte sich jedoch, sie zu Elek-
ometern zu erheben und rücksichtlich ihrer Anzeigen ver-
leichbar zu machen. Weil ich jedoch zweifle, dafs dieser
weck sich vollständig erreichen lassen wird, so theile ich
ine Beschreibung nur abgekürzt mit und ohne die Versu-
ıe, die zwar ein sehr günstiges Resultat geben, jedoch blofs
arthun, dafs man durch sehr sorgfältiges Experimentiren in
er That viel auszurichten vermag. Das für diesen Zweck
onstruirte sogenannte *Galvanometer* besteht aus dem Fufs-
rete A A mit drei Stellschrauben *v v v*, auf welchem ein ge-
gneter hölzerner Rahmen T T mittelst vier Schrauben befe-
igt ist. Zur Abhaltung der Luft ist in dem Brete eine Fig.
reisförmige Vertiefung eingeschnitten, in welcher der Glas- 361.
urz H H H ruht, um gegen Luftströmungen zu sichern. Die
ölzerne Säule D E mit dem Arme E F und der Vorrichtung d g zur
rhöhung und Vertiefung der Nadel, nebst dem Häkchen f, wor-
ı der einfache Seidenfaden befestigt ist, sind aus der Zeich-
ung deutlich. Auf dem Brete befinden sich ferner die 8 mes-
ngnen Pflöcke I, II, III ....., um welche die Enden der
Multiplicatoren gewickelt sind, konisch und oben mit einer
ertiefung versehn, um ein Tröpfchen Quecksilber aufzuneh-
ıen, wodurch die Verbindung zwischen den einzelnen Drähı-
n hergestellt werden kann.

Bis so weit ist die Construction leicht, aber bei den übri-
en Theilen wird sie schwierig, weil diese bestimmte Di-
ensionen haben müssen. Die Magnetnadel n s wird aus ei-
er Aachener Stricknadel No. 10. genau 83,5 mm lang und
mm im Durchmesser verfertigt, und steckt in dem messing-
en Cylinder p q, welcher aus zwei zusammengeschraubten
tücken besteht, oben den kleinen messingnen Zeiger i i trägt
nd am obern Ende mit einem Löchelchen versehn ist, worein
er Zapfen O pafst, um mittelst desselben die Nadel am ein-
ıchen Seidenfaden zu befestigen. Die Höhe des Cylinders
eträgt 8 mm, der Durchmesser 2 mm und sein Gewicht mit
adel und Zeiger 0,79 Gram, das Gewicht der Nadel allein
,21 Gram und der Abstand zwischen Nadel und Zeiger 12 mm.

1 Ann. Chim. et Phys. T. XLIII. p. 146. Wiener Zeitschrift.
h. VIII. S. 70. Poggendorff Ann. XX. 213. Aehnliche Bemühungen
on Becquerell s. Ann. Chim. et Phys. T. XXXI. p. 371.

Digitized by Google

Da wegen der Vergleichung und Messung die Nadeln eine bestimmte magnetische Kraft haben müssen, so nimmt Nobili 50 gleiche Stahlnadeln, magnetisirt sie mit einem starken Magnete bis zur Sättigung und mifst ihre Stärke, indem er eine andere, vollkommen bewegliche, unter ganz gleichen Umständen ihrer Einwirkung aussetzt. Es finden sich dann leicht 4 bis 5 darunter, deren Kraft unbedenklich als gleich gelten kann, auch lassen sich bis 10 gleiche erhalten, wenn man die zu starken vermittelst eines kleinen Magnets wieder etwas schwächt. Hat man so 14 bis 15 gleiche Nadeln erhalten, so hängt man sie auf die angegebene Weise auf, zieht sie bis 30 Grade aus dem magnetischen Meridiane ab und läfst sie schwingen, wobei sie genau 33 Schwingungen in zwei Minuten vollenden und um nicht mehr als höchstens eine Schwingung in dieser Zeit hiervon abweichen müssen, wenn man genau vergleichbare Resultate verlangt. Unter den sämmtlichen Nadeln wählt man diejenige zum wirklichen Gebrauche, welche diese Bedingungen am vollkommensten erfüllt. Nach dieser Methode verfertigte Nadeln würden also bei gleich starken elektrischen Strömen gleiche Abweichungen zeigen und könnten also zur Messung der Stärke derselben dienen, wie auch aus absichtlich angestellten Versuchen hervorging, wobei die erzeugten Abweichungen der Nadeln um nicht mehr als einen halben Grad verschieden waren; jedoch gilt dieses nur bis zu Abweichungen von 60 Graden und die nicht über 30 Grade hinausgehenden geben die genauesten Resultate. Aufser der Gleichheit der Nadeln müssen auch die Drähte der Multiplicatoren und die Gröfse nebst der Anzahl der Windungen gleich seyn, wozu folgende genaue Dimensionen erfordert werden. Der Abstand der äufsern Seiten der beiden Riegel des umwundenen Rahmens TT beträgt 90 Millimeter, die Breite derselben 11 und die Höhe 13 Millimeter. Ueber dem Rahmen liegen zwei 2,5 Millim. hohe Unterlagen, auf denen die Platte mit einer Oeffnung in der Mitte zum Herablassen der Nadel und mit dem getheilten Kreise CC ruht; auch sind die Unterlagen etwas gewölbt, um die Multiplicatordrähte auf beiden Seiten der Oeffnung getrennt mit einem Seidenfaden darauf zu befestigen. Diese sind, so weit der Rahmen von ihnen umgeben ist, von allen 4 Multiplicatoren zusammengeflochten, so wie sie aber den Rahmen verlassen, sind sie ge-

nnt und an den Pflöcken I, II, III . . befestigt; das Zu-
ımendrehn derselben geschieht, damit keiner eine zur Ein-
kung auf die Magnetnadel günstigere Lage erhalte. Das
den 4 Drähten gewundene Seil hat 870 Millim. Länge
l ist durch die Torsion um 17mm verkürzt; vom Rah-
n bis zum Pflocke hat jeder Draht noch 150mm Länge,
l ist 140 bis 150mm lang um den Pflock gewunden, so
s ein jeder ungefähr 1480mm Länge hat. Die Dicke des
ihtes vor dem Ueberspinnen mit Seide beträgt genau 0,5
llim., auch ist er ausgeglüht, um sich besser winden zu las-
. Endlich ist noch erforderlich, dafs die gleichen Nadeln
den nach der Vorschrift verfertigten gleichen Multiplica-
en mit gleicher Stärke afficirt werden. Dieses wird ohne
ıwierigkeit erreicht, wenn man sie durch wechselndes Er-
ien und Erniedrigen gerade in die Mitte des Multiplica-
s bringt, dessen Einwirkung abnimmt, wenn die Nadel
einen Windung näher gebracht und dadurch gleichzeitig
der andern weiter entfernt wird, was sich ohne Aende-
g der Nadel dadurch erreichen läfst, dafs man bei dem
ılichen Strome dieselbe zu derjenigen Höhe erhebt, worin
die stärkste Einwirkung erhalten. Nobili hat auch auf
an verschiedenen Orten ungleiche Kraft des tellurischen
gnetismus Rücksicht genommen, wonach die festgesetzten
Schwingungen in zwei Minuten nicht als ein sicheres Mafs
gleichen magnetischen Kraft bei den anzuwendenden Na-
n dienen können, und er räth daher, die ungleiche Stärke
tellurischen Magnetismus durch einen genäherten Magnet
compensiren, obgleich für die mittlere Zone Europa's der
terschied von keinem mefsbaren Einflusse seyn würde.
ire die ganze Methode übrigens fehlerfrei, so liefse sich
ses Hindernifs am besten beseitigen, wenn man die erfor-
lichen Schwingungen nach der bekannten Intensität des tel-
schen Magnetismus an jedem Orte corrigirte. Da aber die
den isodynamischen Linien ausgedrückte magnetische In-
sität nicht blofs die horizontale richtende Kraft des tellu-
hen Magnetismus, sondern auch die der Neigung enthält,
folgt aus bekannten Gesetzen[1], dafs, wenn die magnetische
nsität zu Florenz, wo die Nadel 33 Schwingungen in zwei

1 S. *Magnetismus*. S. 1132.

Minuten macht, durch I, die Neigung aber durch i bezeichnet wird, beide Gröfsen aber an dem andern Orte durch I' und i' bezeichnet werden, die erforderliche Zahl der Schwingungen = n am letzteren Orte für eine Nadel von gleicher Stärke durch die Formel

$$n = 33\sqrt{\frac{I'}{I} \cdot \frac{\sec. i}{\sec. i'}}$$

gefunden wird, was wohl auf jeden Fall ein sichereres Verfahren seyn würde, als die durch Nobili angegebene Correction vermittelst eines genäherten Magnetes. Endlich gaben die vier Multiplicatoren dadurch, dafs gleiche Ströme durch einen oder mehrere derselben geleitet wurden, ein Mittel, die Stärke der Strömungen in Graden und Zahlen aufzufinden, die aber nicht weiter als bis 60 Grade gehn und wobei die Stärke für 1 Grad durch 1 ausgedrückt wird. Die hierdurch erhaltenen Gröfsen zeigt die folgende Tabelle.

Tafel der Intensitäten.

1°	1,00	16°	32,18	31°	187,68	46°	604,20
2	2,00	17	36,78	32	206,87	47	645,14
3	3,00	18	41,98	33	227,06	48	688,28
4	4,00	19	47,78	34	248,15	49	733,74
5	5,20	20	54,18	35	270,55	50	781,52
6	6,40	21	61,28	36	293,96	51	832,50
7	7,80	22	69,08	37	318,48	52	886,68
8	9,40	23	77,68	38	344,22	53	944,41
9	11,20	24	87,08	39	371,18	54	1005,69
10	13,20	25	97,67	40	399,36	55	1070,87
11	15,53	26	109,53	41	429,14	56	1139,95
12	18,19	27	122,73	42	460,52	57	1213,33
13	21,19	28	137,10	43	493,62	58	1291,01
14	24,52	29	152,63	44	528,56	59	1373,39
15	28,18	30	169,48	45	565,34	60	1460,47

Bei der Versammlung der Naturforscher und Aerzte zu Stuttgart zeigte Dr. Neeff einen von ihm construirten sogenannten *allgemeinen Multiplicator* vor[1], welcher bestimmt ist

1 Hr. Dr. Neeff hatte die Güte, mir die folgenden Notizen mitzutheilen; die Zeichnung ist nach einem Exemplare des hiesigen Cabinettes gemacht.

esmaligen Zwecke leicht und schnell angepafst zu wer-
dafs er für Ströme von geringer Spannung die Nadel
wenigen, aber starken Windungen umgiebt, für Ströme
inger Quantität hingegen in sehr zahlreichen. Bekannt-
lern Ströme von äufserst schwacher Intensität (= Span-
z. B. diejenigen, welche die *Seebeck'sche Thermoelek-*
giebt, zu ihrer Versichtbarung einen sehr guten Lei-
l die Spannung derjenige Factor ist, welcher den Lei-
derstand überwindet. Da es an diesem hier mangelt,
der Leiter nicht lang und nicht dünn seyn; am be-
rde sich hierfür also der *Fechner'sche Apparat* eig-
ine breite und dicke Kupferplatte, welche nur eine
ng um die Nadel macht, wobei der Leitungswiderstand
ein Unmerkliches verschwindet. Ströme dagegen von
geringer Quantität, wie z. B. diejenige, welche durch
härische oder Reibungs-Elektricität hervorgebracht wer-
oder wie die, welche durch schlechte Leiter kreisen,
einen eigentlichen Multiplicator, d. h. eine Vervielfa-
durch zahlreiche, um die Nadel gehende Windungen,
dann aber nicht dick zu seyn brauchen. Wollte man
r diese verschiedenen Arten verschiedener Mefsapparate
en, so würde dieses, abgesehn von andern Uebelstän-
ler Vergleichbarkeit ausgedehnter Versuche Abbruch thun,
ner mäfsigen Anzahl Windungen von mittlerer Stärke
egnügen wäre aber eine halbe Mafsregel, die zu feinen
isgedehnten Versuchsreihen nicht genügt.

Der für diese verschiedenen Zwecke bestimmte allgemeine
licator besteht aus einem quadratischen hölzernen Ka-
AB auf einem Fufsbrete mit drei Stellschrauben ν, ν, ν. Fig.
nnern des Kastens befinden sich zwei parallele hölzerne 262.
n, auf welche 12 Multiplicatoren so geschoben werden,
ie beiden mittleren 1,5 bis 2 Lin. von einander abstehn,
sich der Träger der Magnetnadeln frei dazwischen be-
n könne. Die Multiplicatoren werden durch ein dünnes
nen bedeckt, mit einer so grofsen runden Oeffnung in
Mitte, dafs die untere Nadel durch diese zwischen die
lungen der Multiplicatoren gebracht werden kann; der
der Oeffnung ist aber mit einem metallenen Ringe ver-
, welcher die Kreistheilung enthält, mittelst deren die
e der Abweichung durch die Spitze der obern Nadel ge-

messen werden. Oben ist der Kasten mit einer wenige Linien eingelassenen Glasscheibe bedeckt, mit einer runden Oeffnung in der Mitte, um die Glasröhre g f darin festzuschrauben, deren obere messingne Fassung in der Mitte mit einer geschlitzten Röhre versehn ist, in welcher der messingne Stift h, der Halter des Coconfadens, woran die Magnetnadel hängt, auf- und abwärts geschoben werden kann. Die Nadel ist eine Nobili'sche Doppelnadel, auf einem Stifte von Kupfer befestigt, an dessen unterem, etwas verlängerten Ende eine 0,5 Zoll hohe, 0,75 Z. breite und 0,5 Lin. dicke verticale Scheibe von Elfenbein als Schwimmer befestigt ist, um die Oscillationen der Nadeln stationärer zu machen, wie sogleich näher bezeichnet werden soll. Die zwölf zu combinirenden Multiplicatoren bestehn aus 2 Lin. breiten, durch Seide isolirten und in sehr excentrischen Ellipsen spiralförmig übereinander gewundenen Streifen von Kupferblech, zwischen deren Windungen sich die eine Nadel bewegt, während die andere über ihnen schwebt. Jedes Ende dieser, etwa 25mal über einander gewundenen Streifen ist mit einem angelötheten Kupferdrahte von fast 1 Lin. im Durchmesser versehn, welche umgebogen und in Oeffnungen mit Quecksilber nach vorhergehender Amalgamirung getaucht werden. Auf dem Fufsbrete vor dem Kasten befinden sich zwei Parallelepipeda von Holz ab, $\alpha\beta$, wovon das untere durch das festgeschraubte Messingblech n m gegen den Kasten gedrückt wird, das obere aber in einer Nuth auf dem untern ruht, so dafs letzteres unter ersterem zur Seite geschoben, dieses aber dann herabgesenkt werden kann, um die sämmtlichen krummgebogenen Drähte mit einem Male aus den Oeffnungen mit Quecksilber zu entfernen oder in diese herabzusenken. Zu gröfserer Deutlichkeit ist die Oberfläche des obern Parallelepipedums oder Klötzchens mit seinen 24 Löchern I und I', II und II' ..... besonders gezeichnet. In die Vertiefungen I, I
Fig. 263. III .... XII sind die krummgebogenen Kupferdrähte gesenkt, welche den Anfang der Kupferstreifen der zwölf Multiplicatoren bilden, in die Reihe der andern I', II' III' ..... XII die jenigen, welche an den Enden derselben durch Löthung festsitzen. Die Vertiefungen werden dann durch hufeisenförmig zusammengebogene kurze Kupferdrähte, wie die der Kupferstreifen, nachdem ihre Enden gleichfalls amalgamirt worden sind, verbunden, und je nach der Art, wie dieses geschieht, ände

h die Wirkung des Multiplicators. Man kann nämlich blofs
e mittlern Paare VI und VII, VI′ und VII′ mit einander
rbinden, das eine Ende eines vom Elektromotor ausgehen-
n Drahtes in die Vertiefung VI, das andere in VII′ ein-
ıchen, so geht der elektrische Strom durch 2mal 25 sehr
llkommen leitende Windungen, ja er kann auch nur durch
ımal fünf und zwanzig Windungen geleitet werden; man
nn aber auch mehrere der Vertiefungen der ersten und
r zweiten Reihe und zuletzt alle mit einander verbinden,
welchem Falle der Strom durch 1-, 2-, 3-,.... 12mal 25
'indungen, und zwar durch jede einzeln, gleichzeitig geleitet
rd. Ganz anders aber ist es, wenn man I′ und II, II′ und
,..... XI′ und XII durch die hufeisenförmigen Kupferdrähte
rbindet und den einen Leiter des Elektromotors in die Ver-
fung I, den zweiten in XII′ einsenkt, in welchem Falle
r Strom durch 300 Windungen gehn mufs, wobei kaum
erwähnen nöthig ist, dafs man bei dieser letzteren Art die
hl der zu durchströmenden Windungen immer mehr ver-
indern kann, wenn man die Enden der Leiter in einander
her stehende Vertiefungen senkt, z. B. in III und IV′, oder
fs man durch Eintauchen derselben in die geeigneten Ver-
fungen die Richtung des Stromes sofort umkehren könne.
ndlich findet auch noch eine gemischte Combination statt,
enn man je 2, 3, 4, 6 Vertiefungen auf die erste Weise
d diese vereinten dann auf die zweite Weise verbindet.

Dieser im Ganzen sehr sinnreich construirte Apparat scheint
ir zwei Mängel zu haben, die sich jedoch mit Beibehaltung
s Hauptprincips sehr leicht beseitigen lassen. Zuerst geht
e der elektrische Strom unmittelbar über und unter der Axe
r Magnetnadel hin, und man verliert daher für den ersten
ugenblick der zu erregenden Bewegung, insbesondere wenn
ese auf wenige Grade beschränkt ist, die gröfste Kraft-
ıfserung der Stromes; zweitens aber stehn die äufsersten Win-
ıngen so weit von der Nadel ab, dafs kaum noch eine Ein-
irkung auf dieselbe statt finden kann. Besser würde es da-
r seyn, in der Mitte nur einen, etwa 4 Lin. breiten Bügel
n Kupferblech anzubringen und dessen obern Theil mit ei-
r 2 Lin. weiten Oeffnung in der Mitte zu durchbohren, um
n Träger der unteren Nadel hindurchgehn zu lassen, wobei
ı Fall eines hieran unten zu befestigenden Schwimmers auch

Digitized by Google

der untere Theil durchbohrt seyn müfste. Hierdurch wäre dann der Fechner'sche Apparat dargestellt. Um diesen Streifen könnten dann rechts und links an jeder Seite etwa 12 Windungen eines dicken Kupferdrahtes gewunden werden, welche mit dem Bügel vereint einen Multiplicator von 13 oder 25 Windungen gäben. Neben diesen liefsen sich dann um der Multiplicatoren von Kupferstreifen an jeder Seite etwa fünf von abnehmend dünnerem Drahte und zunehmend vermehrter Zahl von Windungen anbringen, um hierdurch zuletzt zu einer sehr bedeutenden Vervielfachung zu gelangen. Behielte man z. B. die gegenwärtige Zahl der Vertiefungen bei, die dann in der Mitte um ein Paar vermehrt werden müfste, so betrüge die Zahl der Windungen der einzelnen Multiplicatoren nach jeder Seite 1, 12, 25, 50, 100, 200, 400, woraus sich die verschiedensten Combinationen von 1 bis 1575 zusammensetzen liefsen.

An den eben beschriebenen Multiplicator und noch mehr an den von Nobili angegebenen schliefst sich zunächst derjenige, welchen Nervander bei der Versammlung der Naturforscher und Aerzte zu Bonn im September 1835 vorzeigte[1]. Er besteht aus einem mit Stellschrauben versehenen Fufsbrete A A, worin seitwärts die Säule B befestigt ist, mit einer Fassung für den Arm C, die zugleich zwei leicht kenntliche Mechanismen bei a und a′ hat, um dem Rohre D D die erforderliche Drehung in der horizontalen Ebene zu geben. Dieses besteht aus einer inwendig geschwärzten Glasröhre, die sich in der Hülse b verschieben läfst, oben aber eine messingne Hülse hat, inwendig mit einem Röllchen am Arme c und auswendig mit der kleinen Winde s, um den Coconfaden auf- oder abzuwickeln. Den Hauptttheil des Apparates bildet der hohle Cylinder F d e G, welcher für seine Versuche besser von Holz, als von Messing gemacht und sowohl unten als auch oben mit einer Glasplatte bedeckt wird, deren obere in der Mitte durchbohrt ist, um den Träger der Magnetnadel hindurch zu lassen. Um diese hineinzubringen, dienen die einander gegenüberstehenden Oeffnungen H. Da

Fig. 864. u. 865.

1 Froriep Notizen Th. XLVI. S. 103., beschrieben in Ann. Chim. et Phys. T. LV. p. 156.

liesen Cylinder wird der aus zwei mit Seide übersponnenen nd zusammengewickelten Drähten bestehende Multiplicator a parallelen Windungen gewickelt. Man fängt hierbei in er Mitte an, läfst die Oeffnung frei, sorgt jedoch dafür, dafs u beiden Seiten derselben gleich viel Windungen kommen, nd damit sich der Draht besser anlege, mufs er vor dem Um- innen ausgeglüht seyn, auch klebt man die gemachten, sich inander berührenden Windungen mit etwas Mastix (oder in Weingeist aufgelöstem Gummilack) fest, damit sie nicht ab- leiten. Hat man die Windungen so weit als möglich, etwa is zum 46sten Grade der Kreistheilung, bis gegen die Oeff- ungen II fortgesetzt, so windet man über diese fertigen La- n wieder rückwärts, bis zum Centrum, beginnt dann eine ermalige Umwickelung, setzt diese Operation so lange fort, s die verlangte Zahl der Umwindungen vollendet ist, und digt an beiden Seiten neben den Oeffnungen, dreht die En- n, nachdem sie gehörig befestigt worden sind, von einander und hält so 4 einzelne Drähte, durch welche der elektrische rom geleitet werden kann. Der so verfertigte Multiplica- r wird auf einen Sockel kkk gestellt, dessen Fufs in ei- m messingnen Ringe ff durch das Fufsbret AA geht und demselben vermittelst des Hebelarmes g um seine Axe ehbar ist, dessen Ende zugleich die Grade der Drehung auf r Theilung des Fufsbretes angiebt. Drei Träger LLL sind en mit Schrauben versehn, um die Platte mit der Kreis- eilung anzudrücken. Ist die Nadel in den Cylinder durch e Oeffnungen II gebracht und der sie tragende Kupferdraht rch die Oeffnung M in die Höhe gehoben, so schraubt an sein Ende an den Träger n, wodurch die Nadel am Fa- n EE herabhängend gemacht wird. Um zu bewirken, dafs genau im Centrum des Multiplicators hänge, sieht man rch das Glasrohr DD herab, stellt dieses vermittelst der chanismen am Ende der Säule B und verschiebt die Platte H so lange, bis die Nadel centrirt ist, worauf die Stel- ngen der Theile unverändert bleiben und blofs der Multi- cator vermittelst des Hebelarmes g gedreht wird. Uebri- ns lassen sich aus dem Verhalten des Multiplicators leicht e Mittel abstrahiren, durch welche man die Drähte des eophors in die Richtung des magnetischen Meridians bringt ns von diesen besteht darin, dafs man den Strom der näm-

Digitized by Google

lichen Kette durch beide um einander geschlungene Drähte in entgegengesetzter Richtung strömen läfst, wobei man zuerst durch Benutzung des einen und dann des andern einzelnen Drahtes die Integrität beider und dann, da beide in ihrer Wirkung gleich seyn müssen, die Lage der Windungen, parallel dem magnetischen Aequator, prüfen kann, wenn die entgegengesetzten Wirkungen einander aufheben und die Magnetnadel ruht, nachdem zuvor die einzelnen, in entgegengesetzten Richtungen durchströmten Drähte gleiche Abweichungen im entgegengesetzten Sinne gegeben haben.

Die Dimensionen des Instrumentes dürfen nicht grofs seyn, wenn es grofse Empfindlichkeit haben soll. Weil aber dann nicht hinlänglich kleine Theile des Kreises erkennbar sind, so ist an dem Zeiger bei k' eine Scheibe angebracht, auf deren unterem Rande an beiden Seiten sich eine Theilung befindet, und wenn man dann statt der Glasscheibe H einen Spiegel wählt und die Scheibe schräg stellt, so fällt die Theilung auf ihrem Rande mit der des Kreises zusammen und bildet einen Nonius[1]. Diese Scheibe und zugleich auch die Inclination der Nadel kann durch die willkürlich zu verlängernde Spitze K balancirt werden. Durch Drehung der Röhre D in ihrer Hülse zuerst nach der einen und dann nach der entgegengesetzten Seite und der dabei gemessenen Abweichungen der Nadel läfst sich auch der Einfluss der Torsion des Fadens beseitigen, auch kann der Luftzug durch einen Glaskasten oder einen Glassturz abgehalten werden. Bei der Anwendung dieses Multiplicators ergiebt es sich, dafs für die Abweichungen bis zu 30° die Tangenten der Abweichung der Nadel den wirkenden elektrischen Strömen proportional sind, und dieser Apparat würde also als genauer Elektrometer dienen können, wenn man ein bestimmtes Mafs der Stärke eines elektrischen Stromes als Norm auffinden könnte.

Die Oscillationen der an Coconfäden oder Seidenfäden aufgehangenen einfachen und doppelten oder mehrfachen Magnetnadeln sind ausnehmend störend und verlängern die Beobachtungen

1 Um gröfsere Grade zu erhalten, könnte man auch den getheilten Kreis vergröfsern und die verlängerte Spitze k als Zeiger gebrauchen.

uf eine unangenehme Weise. Man kann ihnen begegnen, enn man unten an den Trägern der Nadeln nach der bereits urch Coulomb befolgten Methode ein kleines Scheibchen on Metall oder Elfenbein befestigt und im Wasser schwim- ien läfst, in welchem Falle die Nadel auch nach starken Ab- eichungen sehr bald wieder zur Ruhe kommt.

Bei der Aufzählung der verschiedenen Multiplicatoren nufs auch derjenigen gedacht werden, die man anwendet, um *eiches Eisen in Magnete zu verwandeln*, wobei man gleich- alls die Windungen des Rheophors vervielfältigt und also einen Multiplicator der elektromagnetischen Kraft herstellt. Inzwischen st dieser Gegenstand schon erschöpfend behandelt worden[1], nd es genügt daher hier nur denselben beiläufig zu erwäh- ien, mit Hinzufügung einiger wesentlichen Erweiterungen, elche dieses Problem durch Dal Negro[2] erhalten hat. Hiernach ist es bei einem weichen, hufeisenförmig gebo- enen *Elektromagneten* bei gleicher Länge und Dicke des Rheophors gleichgültig, ob letzterer blofs um einen oder um ehrere Theile des Hufeisens gewunden worden ist; auch ergab ich kein Unterschied, ob dieselbe Länge des Drahtes im Ganzen oder in zwei Hälften mit der nämlichen einfachen Volta'schen Kette verbunden wurde. Bei Hinzufügung einer weiten, in die Zwischenräume der ersten gewundenen Spi- ale stieg die Tragkraft auf $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$, eine dritte gab jedoch ald Vermehrung, bald Verminderung. Zwei Hufeisen, von leicher Biegung und gleicher Masse, mit gleich langen Drähten umwunden, das eine prismatisch, das andere rund, ver- ielten sich in ihrer Tragkraft wie 107 zu 1820, der erstere rhielt keine gröfsere Tragkraft durch runde Windungen, der etztere verlor durch viereckige; hohle Cylinder nahmen gar einen Magnetismus an. Drei Cylinder von gleichem Ge- wichte, deren Längen im Verhältnifs von 1:2:3 standen, er- ielten durch gleiche Rheophore Tragkräfte im Verhältnifs von 5:6:4, so dafs also die Längen ein gewisses Maximum be- dingen. Die Politur war ohne allen Einflufs, die Näherung

1 S. Art. *Magnetismus*. S. 661. 701.

2 Aus Annali delle scienze del Regno Lombardo-Veneto. T. I. in Baumgartner's Zeitschr. Th. I. S. 321. Th. II. S. 91. Poggendorff Ann. XXIX. 470.

Digitized by Google

der Schenkel zeigte einen solchen erst, als sie unter $\frac{1}{4}$ Par. Zoll herabgekommen war. Bei gleichen Elektromotoren wächst die Tragkraft mit dem Gewichte des Eisens, bei stärkeren haben die convexen Anker einen Vorzug vor den flachen, bei schwächeren ist es umgekehrt; auch wird, hauptsächlich bei starken Elektromotoren, die Tragkraft durch stärkere Anker vermehrt. Kupferdrähte erzeugten weit stärkere Magnete als eiserne, und wenn Moll[1] das Gegentheil fand, so lag dieses ohne Zweifel an sonstigen Umständen, vermuthlich an der Isolirung, da es vortheilhaft ist, das zu magnetisirende Eisen mit Seide zu umwickeln. Uebrigens haben nicht blofs Andere, sondern es hat auch Dal Negro bei diesen seinen Versuchen die bessern Leitungsfähigkeiten des Kupfers über das Eisen dargethan, so wie auch den minder bekannten und wohl noch zweifelhaften Satz, dafs die Hufeisen nicht bei der ersten, sondern erst bei den folgenden Magnetisirungen die gröfste Tragkraft erhalten.

Bei den Multiplicatoren verdient noch ein Apparat erwähnt zu werden, welcher durch Sturgeon sehr sinnreich dem bekannten Rotationsapparate von Faraday nachgebildet worden ist[2]. Dieser besteht aus einem runden Stabe weichen Eisens a a, unten in einem hölzernen Fufse und oben in die hölzerne Schale b b eingekittet. Die inwendige Seite der Schüssel und des in ihr hervorragenden Stabes ist mit Firnifs überzogen. Ein mit Seide umsponnener oder sonst isolirter Draht ist um den Eisenstab gewunden, sein oberes polirtes und amalgamirtes Ende c reicht in das Quecksilber in der oberen Schale, sein unteres, auf gleiche Weise zugerichtetes, trägt ein kleines hölzernes Schälchen mit Quecksilber. Im Rande des obern Gefäfses ist der rechtwinklig gebogene Träger eines zweiten Schälchens g mit etwas Quecksilber angebracht, aus welchem der oben amalgamirte, unten aber blank geschabte und umgebogene Draht f herabgeht, worin ein zweiter h mit seiner amalgamirten Spitze in das Quecksilber der Schale reichender hängt. Werden die beiden Enden einer einfachen Volta'schen Kette in das Quecksilber der

Fig. 366.

1 Poggendorff Ann. XXIV. 636.

2 Aus Philos. Mag. and Annals. T. XI. p. 194. in Poggendorff Ann. XXIV. 632. Vergl. *Elektromagnetismus*. Bd. III. S. 563.

läpfchen d und g gesenkt, so wird der Eisenstab zum Ma-
nete und der Draht f umkreist das Ende desselben. Die
ichtung dieser Umkreisung wird nur umgekehrt, wenn man
em Drahte eine entgegengesetzte Umwindung giebt.

Bei der aufserordentlichen Empfindlichkeit der Multipli-
toren sowohl gegen hydroelektrische als auch thermoelektri-
he Ströme, die gewifs jeden Physiker überrascht, war es
ne interessante Frage, ob der Apparat in dieser Beziehung
em gleichfalls so äufserst empfindlichen Froschpräparate vor-
izieh sey. Nobili[1] hat die Beantwortung derselben durch
ne Reihe genauer Versuche unternommen, wodurch er zu
lgenden Resultaten gelangt ist. Für den Strom der trock-
en Säule ist sowohl der Multiplicator als auch das Frosch-
räparat unempfindlich. Der Strom der Maschinen-Elektrici-
t, welcher auf das Froschpräparat so kräftig wirkt, läfst
e Multiplicator-Nadel völlig in Ruhe, jedoch wufste No-
li, dafs Colladon[2] vermittelst einer Batterie von 4000
uadratzoll Belegung, indem er das eine verlängerte Ende des
ultiplicators mit der äufsern Belegung in Verbindung brachte
id das andere der inneren näherte, eine Ablenkung der No-
li'schen Nadel bis 23° bewirkte und auch mit einer blofsen
heibenmaschine von 5 Fufs Durchmesser eine Abweichung
n 4° erhielt, die bedeutend vergröfsert wurde, als er einen
ultiplicator von 500 sehr gut isolirten Windungen anwandte.
i einer Wiederholung dieser Versuche erhielt Faraday[3]
nz gleiche Resultate, so wie Nörremberg[4] und Andere.
ich die atmosphärische Elektricität wirkte auf die Multipli-
toren von so zahlreichen Windungen, Peltier aber mafs
eselbe neuerdings mit Multiplicatoren von 1000 bis 2000
indungen. Läfst man einen thermoelektrischen Strom durch
n präparirten Frosch und zugleich durch den Multiplicator
ömen, so bleibt die Nadel des letztern in völliger Ruhe,

1 Biblioth. univ. T. XXXVII. p. 10. Ann. Chim. et Phys. T. XXVIII. p. 225. Poggendorff Ann. XIV. 157.

2 Ann. Chim. et Phys. T. XXXIII. p. 62. Poggendorff Ann. II. 536. Schweigger's Journ. Bd. XLVIII. S. 285. Vergl. oben *Magnetismus*. S. 697.

3 Poggendorff Ann. XXIX. 284.

4 Wiener Zeitschrift. Th. III. S. 257.

Digitized by Google

während der Frosch in lebhafte Zuckungen geräth, und jener scheint daher diesem nachzustehn; allein Nobili gesteht doch selbst zu, dafs dieses Resultat blofs eine Folge der gehinderten Leitung ist, indem vielmehr die geringsten thermoelektrischen Ströme, sobald sie einen blofsen metallenen Bogen durchlaufen und also in ihrem Fortgange nicht gehindert werden, eine merkliche Ablenkung der Multiplicatornadel bewirken. Hierfür bleibt also die Magnetnadel das empfindlichste Galvanometer, obgleich das Froschpräparat sich empfindlicher zeigt, sobald Leiter der zweiten Classe sich mit im Kreise des elektrischen Stromes befinden. Hiernach räth also Nobili, bei der aufserordentlichen Feinheit des Multiplicators und der grofsen Bequemlichkeit desselben, das Froschpräparat für hydroelektrische Ströme noch beizubehalten, wenn es auch für thermoelektrische so weit nachsteht, dafs es wegen der Schwierigkeit im Gebrauche für ganz entbehrlich zu halten ist.

Nobili hat die in der oben mitgetheilten Tabelle enthaltenen Intensitäten empirisch gefunden und dabei vorausgesetzt, dafs durch einen zweiten und dritten u. s. w. Übertrager eine 2-, 3- . . . nfache Verstärkung der Wirkung statt finde. Der von ihm angegebene Multiplicator würde ein für viele Aufgaben sehr nützlicher Apparat seyn, dürfte man voraussetzen, durch genaue Befolgung der aufgestellten Regeln bei seiner Verfertigung ein eigentlich messendes Galvanometer zu erhalten. Es bleiben aber immer noch einige sehr wichtige Fragen zu beantworten übrig, die zum Verständnifs der durch die Multiplicatoren gegebenen Resultate und für ihre Construction von gröfster Wichtigkeit sind, nämlich über das Verhältnifs der Ablenkungswinkel zur Stärke des elektrischen Stromes und über die Zunahme der Kraft durch Vermehrung der Windungen mit gehöriger Rücksicht auf den Abstand der Drähte von der Nadel. Wir haben auch hierüber bereits treffliche Erläuterungen erhalten. Zuerst verdienen in dieser Hinsicht die Bemühungen von Kämtz[1] genannt zu werden. Heifst die Kraft des Erdmagnetismus 1, die magnetische Kraft der Nadel, deren Länge = 1 gesetzt, = m, der Winkel, um welchen sie aus dem magnetischen

1 Schweigger's Journ. Bd. XLVIII. S. 100.

ridiane abgelenkt ist, c, so ist nach HANSTEEN[1] die Kraft, womit sie in ihre Lage zurückgezogen wird,

$$M m \text{ Sin. } c$$

und diese mufs durch die Repulsion des Multiplicators überwunden werden. Hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden, zuerst wenn der Multiplicator mit der Axe der Magnetnadel in einer verticalen Ebene liegt oder wenn beide einen Winkel mit einander bilden. Es sey NS die Richtung des Rheophors im magnetischen Meridiane, ns die der seitwärts getriebenen Nadel. Heifst dann E die magnetische Kraft, so wirkt diese in der Richtung DE auf die Nadel und läfst sich in die perpendiculäre DG und in GE zerfällen. Es ist dann

Fig. 367.

$$DE : DG = 1 : \text{Cos. } EDG$$

oder

$$E : DG = 1 : \text{Cos. } c,$$

also

$$DG = E \text{ . Cos. } c.$$

Gegen diese Kraft reagirt die Nadel mit der Kraft = m, und da DE = Sin. c, die Stärke der Abstofsung des Rheophors aber dem Abstande umgekehrt proportional ist[2], so erhält man den Ausdruck für die gesammte Kraft = k, womit der Elektromagnetismus des Drahtes und der Magnetismus der Nadel auf einander wirken,

$$k = E m . \frac{\text{Cos. } c}{\text{Sin. } c} = E m \text{ Cot. } c,$$

und wenn dann die Nadel in ns zum Stillstande kommt, so ist

$$M m \text{ Sin. } c = E m \text{ Cot. } c,$$

woraus

$$E = \frac{\text{Sin. } c}{\text{Cot. } c} M = E \text{ Sin. } c \text{ Tang. } c \text{ M. . . . . A.}$$

Bildet der Rheophor mit dem magnetischen Meridiane einen Winkel KCN = d, so ist für die drei in den Zeichnungen ausgedrückten Fälle

Fig. 368. bis 370.

---

1 Ueber den Erdmagnetismus. Th. I. S. 130.

2 S. *Elektromagnetismus.* Bd. III. S. 521.

Digitized by Google

$$E = \text{Sin.}\, c\ \text{Tang.}\,(c-d)M \ldots . B$$
$$E = \text{Sin.}\, c\ \text{Tang.}\,(d-c)M \ldots . C$$
$$E = \text{Sin.}\, c\ \text{Tang.}\,(c+d)M \ldots . D.$$

Diese Gleichungen sind nur in dem Falle streng richtig, wenn der Rheophor und die Nadel in der nämlichen horizontalen Ebene liegen, können jedoch auch bei einem geringen Abstande beider füglich angewandt werden, insbesondere wenn es bei gleichen Abständen blofs um vergleichende Versuche zu thun ist. Will man jedoch diesen Abstand, welcher, in dem als Einheit angenommenen Mafse der Magnetnadel ausgedrückt, x heifsen möge, gleichfalls berücksichtigen, so verwandeln sich die obigen vier Formeln in folgende:

$$E = \frac{\text{Sin. c}}{\text{Cos. c}} \sqrt{(x^2 + \text{Sin.}^2 c)}\ M \ldots . A',$$

$$E = \frac{\text{Sin. c}}{\text{Cos.}\,(c-d)} \sqrt{(x^2 + \text{Sin.}^2(c-d))}\ M \ldots . B,$$

$$E = \frac{\text{Sin. c}}{\text{Cos.}\,(d-c)} \sqrt{(x^2 + \text{Sin.}^2(d-c))}\ M \ldots . C,$$

$$E = \frac{\text{Sin. c}}{\text{Cos.}\,(c+d)} \sqrt{(x^2 + \text{Sin.}^2(c+d))}\ M \ldots . D'.$$

Kämtz benutzte diese Formeln zur Berechnung einer Reihe von Versuchen, wobei er 1, 2, 3, 4, 5, 6, 26 Windungen des Rheophors anwandte, und erhielt dadurch ein wichtiges Resultat, dafs die abstofsende Kraft der Zahl der Windungen direct proportional ist, wonach also der Multiplicator füglich als *Condensator* gelten kann. Inzwischen erstrecken sich diese Versuche nur bis auf 26 Windungen und auf den durch die einfache Volta'sche Kette erzeugten elektrischen Strom, nicht aber auf den der Reibungselektricität und den thermoelektrischen, was sehr leicht daraus erklärlich wird, dafs jenem Gelehrten die neueren, in diesem Gebiete gemachten Erfahrungen damals noch nicht bekannt seyn konnten. Colladon[1] fand schon bei seinen oben erwähnten Versuchen, dafs der thermoelektrische Strom, selbst bei einer

1 Schweigger's Journ. Bd. XLVIII. S. 287.

ifferenz der Temperaturen von 1000° C., einen Multiplica-
r von 500 Windungen nicht durchdrang, und dafs eine
ule von 24 Plattenpaaren von 0,5 Quadratfufs nur 20° Ab-
nkung, also weniger, als die Elektrisirmaschine, erzeugte.
eraus folgt also, dafs die Reibungselektricität durch Draht-
ngen gar nicht oder nur unmerklich geschwächt wird, die
n Strom aus einer mehrgliedrigen Kette allerdings schwächen
d den thermoelektrischen gänzlich vernichten.

Das für die Construction der Multiplicatoren höchst wich-
e Verhalten der Leitungsdrähte rücksichtlich des Einflusses
er Länge und Dicke ist bereits[1] erörtert, auch ist oben[2]
wähnt worden, dafs Gauss den elektrischen Strom durch
ie Drahtlänge von 9000 Fufs geleitet hat. In der That er-
lt es mit freudigem Erstaunen, zu sehn, wie bei den sinn-
ch angeordneten Vorrichtungen zu Göttingen der elektrische
om aus einer Kupfer- und Zinkscheibe von 1,5 Par. Zoll
rchmesser mit zwischenliegender, durch reines Wasser be-
chteter Papierscheibe den kolossalen Multiplicator der Stern-
rte von 200 Windungen, dann die zum physikalischen Ca-
ette hinlaufenden und von dort zurückkehrenden Drähte,
leich auch den kleinern Multiplicator im physikalischen Ca-
ette durchläuft und die an beiden Orten eingeschlossenen
senmagnete ohne mefsbaren Unterschied von Zeit und Kraft
Schwingungen versetzt. Ebendieser Erfolg zeigt sich bei
wendung der Inductions-Elektricität, die allerdings, als
den Versuch sah, von zwei nach dem Augenmafse etwa
'ufs hohen, 3,5 Z. breiten und 0,75 Z. dicken magnetisir-
Stahlbarren genommen wurde. Ob die Inductions-Elek-
tät auch aus kleineren Stäben in so langen Drähten kein
dernifs findet, kann ich nicht beantworten. Hieraus geht
hervor, dafs für solche Drahtlängen, als man bei Multi-
atoren anzuwenden vermag, der aus der Länge entsprin-
de Widerstand für Hydroelektricität der einfachen Kette
für Inductions-Elektricität unmerkbar ist, welches Letz-
auch Lenz durch directe Versuche erwiesen hat[3]. Ganz

1 S. *Elektromagnetismus.* Bd. III. S. 495.
2 S. *Magnetismus.* S. 972.
3 S. *Magneto-Elektricität.* S. 1193.

Digitized by Google

anders aber verhält es sich mit der Thermoelektricität, wie an gehörigen Orte gezeigt werden soll.

Bei weitem die gründlichsten, für die Construction und den Gebrauch der Multiplicatoren wichtigen Untersuchungen hat G. S. Ohm angestellt, deren Resultate jedoch bereits mitgetheilt worden sind[1]. Hieraus ergiebt sich in Beziehung auf die Multiplicatoren, dafs in dem Falle, wenn der elektrische Strom der hydroelektrischen Kette durch einen vollkommenen Leiter von hinlänglichem Querschnitte geleitet wird, die durch den Widerstand der Drahtlänge erzeugte Verminderung der Wirkung auf die Magnetnadel selten und nur in denjenigen Fällen wahrnehmbar wird, wenn der Widerstand des feuchten Zwischenleiters sehr gering ist. Dieses gilt wohl um so mehr gegenwärtig, je allgemeiner man den vorzüglich gut leitenden Kupferdraht in Anwendung bringt. Inzwischen ist beim Gebrauche des in jeder Hinsicht so schätzbaren Multiplicators wohl zu berücksichtigen, was Fechner[2] als Resultat eigener und fremder Erfahrungen hierüber sagt und ich am besten mit dessen eigenen Worten mittheile. „Wenn man „die Absicht hat, sich viel mit galvanischen und elektrochemischen Untersuchungen zu beschäftigen, so ist rathlich, „Multiplicatoren von verschiedener Anzahl Windungen und „verschiedener Dicke des Drahtes vorräthig zu haben, da jede „Art der Kette eigentlich ihren besonders eingerichteten Multiplicator erfordert, damit sie die gröfstmögliche Wirksamkeit „zu erkennen gebe. Es rührt dieses daher, dafs der Multiplicatordraht selbst als ein Theil in die Kette tritt und dafs „jeder Theil der Kette die Wirksamkeit derselben je nach „dem Verhältnisse modificirt, in dem sein, von Dimensionen „und eigenthümlicher Beschaffenheit abhängiges, Leitungsvermögen zu dem Gesammtvermögen aller Theile zusammengenommen in der Kette steht. Im Allgemeinen mufs die Zahl „der Windungen des Multiplicatordrahtes um so gröfser sein, „je gröfser die Anzahl der Plattenpaare ist, aus denen die zu

---

1 S. Art. *Säule*. Bd. VIII. S. 23., wo man auch die Quellen angewiesen findet.

2 Lehrbuch des Galvanismus und der Elektrochemie. Leipz. 1829. In: Lehrbuch der Experimentalphysik von Biot. 2te Aufl. Th. III. S. 84. Vergl. *Säule* a. a. O.

fende Kette besteht, wenn man das Maximum der Wir-
g erlangen will, ferner je gröfser der Widerstand ist, den
flüssigen oder andern Leiter gegen den Durchgang des
mes in der Kette äufsern. Dagegen wird es um so vor-
lhafter seyn, dicke oder mehrere parallele Drähte, aber
ie so grofse Anzahl von Windungen anzuwenden, wenn
es mit einfachen Ketten von verhältnifsmäfsig gut lei-
ler Flüssigkeit zu thun hat. Bei grofsen Platten und stark
nder Flüssigkeit gewährt sogar ein einfacher dicker Schlie-
gsdraht eine stärkere Wirkung, als ein Multiplicator (aus
nem Drahte) von vielen Windungen."

M.

Myzogasometer

in von Zenneck[1] angegebener pneumatischer Apparat,
ier, für specielle Zwecke brauchbar, schwerlich allgemein
führt werden wird. Der Name dieses speciellen *Gaso-*
s ist abgeleitet von *μύζειν* saugen und seine Anwendung
dann statt, wenn beim Experimentiren mit Gasen keine
ere pneumatische Wanne zu Gebote steht. In einfachster
lt besteht dieses Gasometer aus einem Cylinderglase, wel- Fig.
in einen hölzernen Fufs eingekittet, nur etwa 1,5 bis 571.
ll Durchmesser und 9 bis 10 Zoll Höhe hat. Dasselbe
stimmt, die erforderliche Quantität der sperrenden Flüs-
it (Wasser oder Quecksilber) aufzunehmen, und wird zur
hterung der Versuche ein für allemal graduirt. In die-
veiteren Cylinder wird ein kleinerer, gleichfalls graduir-
esenkt, wobei am Rande hinlänglicher Raum bleibt, um
iermal rechtwinklig gebogene Röhre G anzubringen, de-
iner verticaler Schenkel ungefähr in der Mitte des klei-
Cylinders bis an dessen Boden reicht. Wird dann am
n Ende gesogen, so steigt die Sperrflüssigkeit im kleinen
der auf, bis er ganz gefüllt ist, die Flüssigkeit fliefst zu-
in die Röhre und versperrt der äufseren Luft den Ein-
in den Mefscylinder. Beim Experimentiren setzt man
ufsere Ende der Röhre G mit dem Apparate, in welchem
u untersuchende Gas entwickelt wird, in Verbindung und

[1] Baumgartner's Zeitschrift. Th. I. S. 256.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google